

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»**

**УТВЕРЖДЕНО**

**Директор физтех-школы  
аэрокосмических технологий  
С.С. Негодяев**

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований: лабораторный практикум
<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра прикладной механики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 120 всего, в том числе:

- лекции: 0 час.
- семинары: 0 час.
- лабораторные занятия: 120 час.

Самостоятельная работа: 150 час.

Всего часов: 270, всего зач. ед.: 6

Количество контрольных работ, заданий: 4

Программу составили:

М.В. Березникова, канд. физ.-мат. наук, доцент  
М.В. Рыжаков, старший преподаватель

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной механики 15.03.2024

## Аннотация

Дисциплина "Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований" направлена на формирование практического опыта, навыков применения различных программных средств для исследования сложных физических явлений и процессов. В лабораторном практикуме приобретаются базовые знания и навыки работы в пакетах MATLAB и FlowVision. Курс предназначен для студентов младших курсов механико-математических, физических факультетов университетов. Дисциплина разработана для современных инженеров-исследователей, решающих актуальные научные и технические задачи. Цель курса - привить будущим инженерам быстрые, дешёвые, надёжные и эффективные подходы к решению физических задач любого уровня сложности.

Задача курса - преодолеть порог входа в численное моделирование и наделить студентов компетенциями, достаточными для дальнейшего самостоятельного совершенствования в этой области.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

- формирование практического опыта по приобретению быстрых, дешёвых, надёжных и эффективных подходов к решению физических задач любого уровня сложности;
- получение теоретических знаний и практических навыков в области информационных технологий для дальнейшего их использования при изучении дисциплин по соответствующей программе и выполнении НИР в бакалавриате и магистратуре.

### Задачи дисциплины

- преодолеть порог входа в численное моделирование и наделить студентов компетенциями, достаточными для дальнейшего самостоятельного совершенствования в этой области;
- дать студентам базовые знания по работе с пакетами MATLAB и FlowVision;
- дать студентам базовые знания по принципам и алгоритмам аналого-цифрового преобразования сигналов различной природы в пакете MATLAB;
- познакомить студентов с основами обработки и анализа цифровых сигналов, познакомить с дискретным преобразованием Фурье;
- научить студентов на примерах модельных и экспериментально полученных сигналов проводить их спектральный анализ, фильтрацию, амплитудные и частотные преобразования.

## 2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики

ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основы работы в пакете FlowVision и MATLAB;
- основные принципы аналого-цифрового преобразования (АЦП), характеристики АЦП, типы АЦП по алгоритмам работы и построению;
- основные форматы представления звуковых данных в компьютере, порядки численных величин, характерных для аудиофайлов с различными характеристиками (разрядность, частота дискретизации);
- выражения для прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, требования к сигналу для реализации быстрого преобразования Фурье;
- основы спектрального анализа сигналов в диапазоне звуковых частот; положения теоремы Котельникова и её следствия для реальных сигналов; частота Найквиста;
- характерные особенности спектров псевдопериодических сигналов;
- особенности ряда коэффициентов дискретного преобразования Фурье для частотного преобразования сигналов;
- базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;
- методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;
- основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;
- состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

уметь:

- пользоваться пакетом FlowVision для моделирования гидродинамических процессов;
- пользоваться аппаратом средств MATLAB для записи аудио сигналов, загрузки информации из звуковых файлов, записи звуковых файлов, выполнения прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, в том числе по алгоритму быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- определять «основные» частоты квазипериодических сигналов, полученных моделированием в MATLAB или записью звуковых колебаний, произведённых собственным голосом, с использованием аудио карты компьютера и MATLAB;
- определять числовые критерии для проведения амплитудной и/или частотной фильтрации записанных сигналов.

владеть:

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- навыками работы в прикладных пакетах FlowVision и MATLABb и сопоставления результатов численного решения с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

##### 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Сигналы. Аналого-цифровое преобразование			12	15
2	Спектральное представление сигналов. Характеристики спектров сигналов			12	15
3	Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов			12	15
4	Частотные свойства дискретного квазипериодического сигнала. Преобразования сигнала в частотной области			12	15
5	Вычислительные и аналитические методы решения задач			12	15
6	Аналитическое дифференцирование и интегрирование			15	20
7	Применение прикладного пакета Flow Vision для решения задач по механике жидкости и газа.			15	16
8	Моделирование в пакете Flow Vision течения в каналах переменного сечения.			15	20
9	Моделирование в пакете Flow Vision обтекания тел			15	19
Итого часов				120	150
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		270 час., 6 зач.ед.			

##### 4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 3 (Осенний)

###### 1. Сигналы. Аналого-цифровое преобразование

Виды сигналов. Цифровые и аналоговые сигналы. Проблема хранения сигналов. Дискретные представления сигналов. Аналого-цифровые преобразователи. Разрядность. Частота дискретизации. Восстановление сигналов. Частота Найквиста.

Цифровое представление акустических сигналов. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ или Pulse Code Modulation – PCM). Форматы хранения аудио-сигналов, используемые современными программными средствами.

## 2. Спектральное представление сигналов. Характеристики спектров сигналов

Интегральные представления сигналов. Математический аппарат теории сигналов. Преобразование Фурье.

Вычислительная сложность дискретного преобразования Фурье. Быстрое преобразование Фурье. Обратное преобразование Фурье.

Основные характеристики цифровых сигналов. Частотные характеристики.

Шум. Фильтрация сигналов. Амплитудные и частотные фильтры.

## 3. Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов

Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов.

Реализация быстрого преобразования Фурье.

Работа со звуком в системе MATLAB.

Использование дискретного преобразования Фурье для анализа цифровых сигналов акустической природы.

Изучение особенностей спектров реальных акустических сигналов.

## 4. Частотные свойства дискретного квазипериодического сигнала. Преобразования сигнала в частотной области

Моделирование сигнала с заданными амплитудно-частотными характеристиками во временной области.

Анализ спектра модельного сигнала.

Преобразование сигнала в частотной области для изменения частотных характеристик сигнала.

Сравнение спектров одиночного и периодических импульсов с одинаковыми характеристиками.

## 5. Вычислительные и аналитические методы решения задач

Компьютерная алгебра. Области применения символьных и численных методов. Библиотека символьных вычислений Symbolic Math Toolbox. Символьные переменные и операции над ними. Визуализация символьных выражений с использованием MATLAB.

## Семестр: 4 (Весенний)

## 6. Аналитическое дифференцирование и интегрирование

Применение символьных методов для решения системы дифференциальных уравнений.

## 7. Применение прикладного пакета Flow Vision для решения задач по механике жидкости и газа.

Общая характеристика программного прикладного пакета Flow Vision. Физико-математические модели. Начальные и граничные условия. Особенности численных расчетов. Состав и назначение препроцессора, солвера, постпроцессора.

Моделирование в пакете Flow Vision течения жидкости между плоскостями. Точное решение уравнений Навье-Стокса. Течение вязкой жидкости в плоском канале. Вывод соотношений для расчета максимальной, средней скорости и расхода жидкости.

## 8. Моделирование в пакете Flow Vision течения в каналах переменного сечения.

Моделирование в пакете Flow Vision течения в расширяющихся каналах. Вывод соотношений для расчета потери давления. Информационные слои визуализации основных характеристик течения. Моделирование в пакете Flow Vision течения в сужающихся каналах. Постановка задачи. Основные соотношения для потери давления. Информационные слои визуализации основных характеристик течения скорости, давления. Построение линий тока с помощью слоя визуализации «группы частиц».

#### 9. Моделирование в пакете Flow Vision обтекания тел

Моделирование в пакете Flow Vision обтекания эллипса и пластины. Основные соотношения обтекания идеальной жидкостью. Вывод соотношений для расчета подъемной силы. Выполнение задания по моделированию течения студентами с помощью преподавателя. Моделирование в пакете Flow Vision обтекания цилиндра. Основные соотношения. Выполнение задания по моделированию течения студентами самостоятельно. Интерпретация результатов. Сравнение с теорией.

### 5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Необходимое оборудование для занятий: компьютер и мультимедийное оборудование (проектор). Необходимое программное обеспечение: FlowVision, MATLAB.

### 6. Перечень рекомендуемой литературы

#### Основная литература

1. Применение пакета прикладных программ Flow Vision при изучении курсов механики жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие для вузов / М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), Каф. прикладной механики ; Б. К. Ткаченко [и др.] .— 2-е изд., испр. и перераб. — М. : МФТИ, 2015 .— 98 с.

Литература из фонда кафедры:

1. Дьяконов В.П MATLAB 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6. Основы применения [Электронный ресурс] : монография / В. П. Дьяконов. - М. : Солон-Пресс, 2008.

2. Применение пакета прикладных программ Flow Vision при изучении курсов механики жидкости и газа [Текст] : учеб. пособие для вузов / М-во образования и науки РФ, Моск. физ.-техн. ин-т (гос. ун-т), Каф. прикладной механики ; Б. К. Ткаченко [и др.] .— 2-е изд., испр. и перераб. — М. : МФТИ, 2015 .— 98 с. - находится на кафедре раздается на занятиях

#### Дополнительная литература

1. UML. Основы : Краткое руководство по стандартному языку объектного моделирования [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / М. Фаулер ; пер. с англ. А. Петухова ; предисл. К. Кобрина [и др.] .— 3-е изд. — СПб. : Символ-Плюс, 2009 .— 192 с.

2. MATLAB [Текст] / В. П. Дьяконов - М. ДМК Пресс, 2014

### 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.gistecnic.ru/>

<http://gis-lab.ru/>

<http://www.dataplus.ru/ARCREV/>

<http://www.gisa.ru/>

### 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

На занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

В процессе лабораторных занятий используются программные пакеты MATLAB, FlowVision и ArcGIS.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Успешное освоение курса «Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований: лабораторный практикум» требует большой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

- проработку учебного материала (по конспектам занятий, учебной литературе);
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Прикладные математика и физика
<b>профиль подготовки:</b>	Геокосмические науки и технологии Физтех-школа Аэрокосмических Технологий кафедра прикладной механики
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестры, формы промежуточной аттестации:

- 3 (осенний) - Дифференцированный зачет
- 4 (весенний) - Дифференцированный зачет

**Разработчики:**

М.В. Березникова, канд. физ.-мат. наук, доцент  
М.В. Рыжаков, старший преподаватель

## 1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.1 Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики
	ПК-1.2 Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин
	ПК-1.3 Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем
	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.5 Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием
	ПК-1.6 Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
	ПК-3.2 Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений
	ПК-3.3 Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований: лабораторный практикум» обучающийся должен:

**знать:**

- основы работы в пакете FlowVision и MATLAB;
- основные принципы аналого-цифрового преобразования (АЦП), характеристики АЦП, типы АЦП по алгоритмам работы и построению;
- основные форматы представления звуковых данных в компьютере, порядки численных величин, характерных для аудиофайлов с различными характеристиками (разрядность, частота дискретизации);
- выражения для прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, требования к сигналу для реализации быстрого преобразования Фурье;
- основы спектрального анализа сигналов в диапазоне звуковых частот; положения теоремы Котельникова и её следствия для реальных сигналов; частота Найквиста;
- характерные особенности спектров псевдопериодических сигналов;
- особенности ряда коэффициентов дискретного преобразования Фурье для частотного преобразования сигналов;
- базовые модели данных, используемые при проектировании ГИС;
- методы организации растровых и векторных пространственных данных и их взаимосвязи с прикладными данными;
- основные типы картографических проекций и правила картографического отображения различных типов объектов и явлений;
- состав и структуру современных программно-инструментальных средств разработки ГИС-проектов.

**уметь:**

- пользоваться пакетом FlowVision для моделирования гидродинамических процессов;
- пользоваться аппаратом средств MATLAB для записи аудио сигналов, загрузки информации из звуковых файлов, записи звуковых файлов, выполнения прямого и обратного дискретного преобразования Фурье, в том числе по алгоритму быстрого преобразования Фурье (БПФ);
- определять «основные» частоты квазипериодических сигналов, полученных моделированием в MATLAB или записью звуковых колебаний, произведённых собственным голосом, с использованием аудио карты компьютера и MATLAB;
- определять числовые критерии для проведения амплитудной и/или частотной фильтрации записанных сигналов.

**владеть:**

- навыками освоения большого объема информации;
- навыками самостоятельной работы;
- навыками работы в прикладных пакетах FlowVision и MATLABb и сопоставления результатов численного решения с теоретическими результатами;
- практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.

### **3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

Контроль успеваемости студентов происходит по мере прохождения курса.

Решение научно-технических задач разбито на последовательные логические этапы.

Прохождение каждого из этапов заканчивается решением относительно небольшой задачи с измеримым результатом.

Текущий контроль применяется в следующих формах:

оценка за каждую выполненную лабораторную работу общей продолжительностью 4 часа базируется на практических результатах, полученных в работе, и на ответах на контрольные вопросы, приведенные в описаниях лабораторных работ.

Сложность задач возрастает по ходу курса. В начале решаются простые задачи, в рамках их решения студенты знакомятся с теоретическими и историческими основами численного моделирования и прикладным инструментом, пакетом программ для решения задач технических вычислений MATLAB и FlowVisin. В конце курса решаются сложные задачи, требующие профессионального владения инструментами MATLAB и FlowVision и глубокого понимания применяемых методов решения.

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы. Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету приведены в описаниях лабораторных работ.

#### **4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

Промежуточная аттестация проходит в форме дифференцированного зачета.

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы. Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету приведены в описаниях лабораторных работ.

##### **Критерии оценивания**

оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется, если во время ответа студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, но имеет хороший результат сдачи лабораторных работ.

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется, если во время ответа студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется, если во время ответа, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов, связанных с контрольными вопросами, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

#### **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачет по дисциплине в 4 семестре является заключительным этапом изучения всего курса и имеет целью проверку знаний студентов по теории (ответы на контрольные вопросы) и выявление практических навыков применения полученных знаний при выполнении лабораторных работ, а также навыков самостоятельной работы с рекомендованной учебно-научной литературой.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме и состоит в ответе на все контрольные вопросы.

Преподавателю предоставляется право, помимо теоретических вопросов студентам дополнительные вопросы, уточняющие понимание студентом содержания курса. На подготовку к зачету и опрос отводится время в соответствии с утвержденными нормативами.

### 3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Аттестация по дисциплине «Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований» проводится в форме дифференцированного зачета (устного).

3.1. Промежуточный контроль применяется в следующих формах:

оценка за каждую выполненную лабораторную работу общей продолжительностью 4 часа базируется на практических результатах, полученных в работе, и на ответах на контрольные вопросы, приведенные в описаниях лабораторных работ.

Итоговой оценкой за все лабораторные работы является среднеарифметическое значение от всех работ.

К дифференцированному зачету допускаются студенты, выполнившие все лабораторные работы.

Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету приведены в описаниях лабораторных работ.

3.2. Примеры контрольных вопросов и заданий, используемых для проведения текущего контроля:

#### Применение прикладного пакета FlowVision для решения задач по механике жидкости и газа

**Задание по теме «Течение вязкой жидкости в прямом плоском канале»:**

1. Создать геометрическую основу задачи: плоский канал Рис.1.

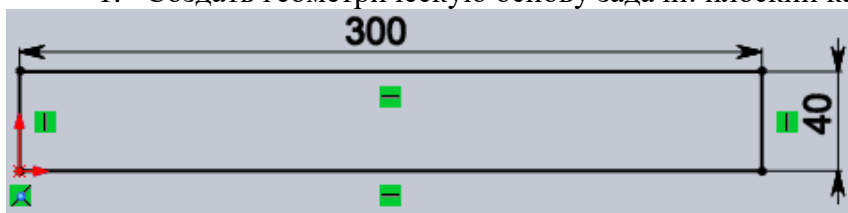


Рис.1 Эскиз геометрической модели расчетной области

2. Задать границы. В данном примере различают четыре типа границы: верхняя (1), левая (2), правая (3) грани и остальные (4) .

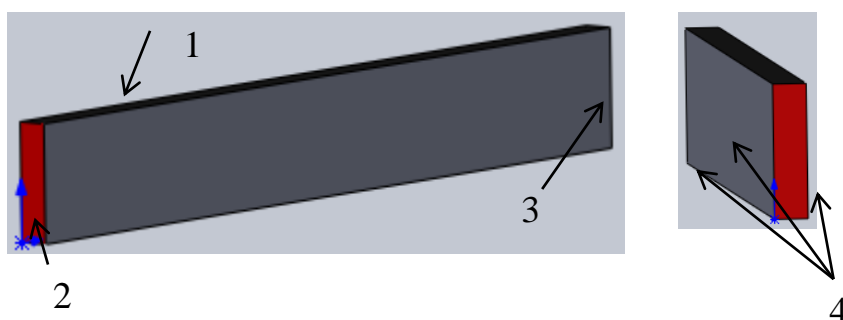


Рис. Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует.. Раскраска геометрической модели расчетной области

3. Экспортировать/импортировать созданное тело.

4. Выбрать расчетную модель. В данной задаче для моделирования необходимо использовать уравнения Навье–Стокса для ламинарного течения вязкой несжимаемой жидкости.
5. Задать физические параметры. В данной задаче следует задать свойства Вещества0, соответствующие воде: плотность —  $1000 \text{ кг/м}^3$  и вязкость («Молекулярная вязкость») —  $10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$ .
6. Задать граничные условия.
7. Задать начальные условия.
8. Задать расчетную сетку. В рассматриваемой задаче рекомендуется создать следующую расчетную сетку: число ячеек в горизонтальном направлении — 30, в вертикальном — 20.
9. Задать параметры отображения результатов до запуска на расчет: создать плоскость, нормаль которой ориентирована вдоль  $z$  («Нормальный вектор»:  $X_n = 0, Y_n = 0, Z_n = 1$ ), создать горизонтальную линию на оси канала (у нижней границы: «Источник прямой»:  $x_0 = 0.005, y_0 = 0.02, z_0 = 0.005$ ), создать 3 вертикальные линии на разном расстоянии от входа в канал, на каждой линии построить двумерный график. На горизонтальной линии следует построить график давления, а на вертикальных линиях - график  $X$ -компоненты скорости.
10. Отобразить распределение скорости в канале посредством слоя заливка по переменной модуль скорости на плоскости.
11. Выполнить расчет задачи.
12. Представить отчет о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы по теме «Применение прикладного пакета Flow Vision для решения задач по механике жидкости и газа»:**

По лабораторной работе «Течение вязкой жидкости в плоском канале»:

Что такое число Рейнольдса? По какой формуле оно вычисляется? Каков его физический смысл?

По каким формулам вычисляются средняя и максимальная скорость в канале, для которого задан перепад давления между входом и выходом?

По каким формулам вычисляются максимальная скорость и перепад давления в канале, для которого задана средняя скорость на входе?

Какой формулой описывается профиль скорости поперек канала? Какова его форма? В каком случае профиль скорости, полученный при расчете, соответствует теоретическому на всей длине канала, а к какому – нет? Где наблюдается несоответствие?

Как изменяется значение давления вдоль оси канала? Почему? Каков физический смысл изменения давления вдоль оси канала? Изменяется ли давление поперек канала? Почему?

Найти среднее по сечению значение скорости, подставить его в граничные условия на скорость вместо граничных условий на давление, провести расчет и сравнить полученное значение перепада давлений с исходным. Объяснить результат.

По лабораторной работе «Течение жидкости в каналах переменного сечения»:

Какими формулами описывается течение в канале?

Может ли статическое давление на входе в канал быть меньше, чем на выходе? В каком случае?

В каком случае возникают гидравлические потери: при плавном или при резком изменении сечения канала?

Что является причиной гидравлических потерь при резком изменении сечения канала?

За счет чего образуется вихрь в области перехода от одного сечения к другому?

### **Контрольные вопросы и задания по теме «Применение прикладного пакета MATLAB для анализа и обработки сигналов»:**

**Лабораторная работа по разделам:** 1. Сигналы. Аналого-цифровое преобразование. 2. Спектральное представление сигналов. Характеристики спектров сигналов. 3. Средства системы MATLAB для анализа и обработки сигналов.

1. Определить частотные характеристики собственного голоса: частотный диапазон, количество гармоник и соотношение амплитуд хотя бы первых трех. (4)

2. Произвести фильтрацию записанного образа голосового сигнала по «пороговому» принципу для устранения «шумов». Сравнить оригинальные сигналы с отфильтрованными. (3)

3. Вывести выражение для расчёта частоты  $f_k$ , соответствующей коэффициенту дискретного ряда Фурье  $X_k$ . (1)

4. Объяснить изменение длительности сигнала при амплитудной фильтрации при использовании быстрого преобразования Фурье. (1)

5. Контрольный вопрос из списка: (1)

а) в чём заключается отличие реализации функций дискретного преобразования Фурье в MATLAB от общепринятого выражения,

б) в чём причина отличия реализации функций дискретного преобразования Фурье в MATLAB от общепринятого выражения,

в) определит минимальную разрядность АЦП по участку заданного ( $N$  значений) цифрового сигнала.

**Лабораторная работа по теме:** «Частотные свойства дискретного квазипериодического сигнала. Преобразования сигнала в частотной области».

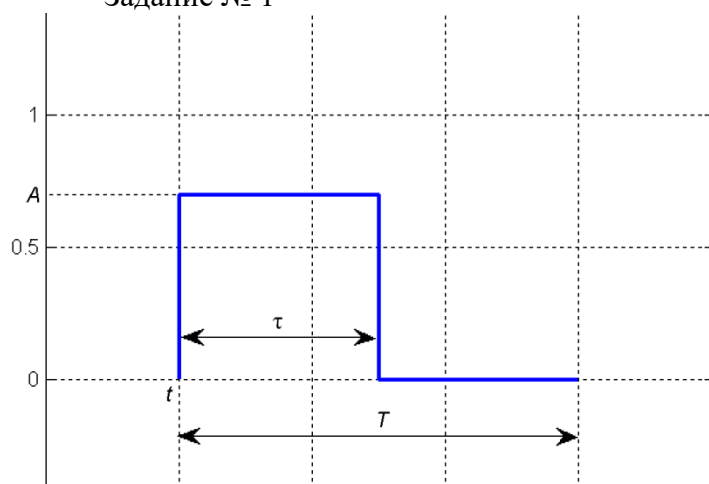
1. Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала заданной длительности с заданной частотой дискретизации  $f_d$ . Форма и временные характеристики сигнала на периоде задаются в индивидуальном задании. Построить спектр заданного квазипериодического сигнала. (3)

2. Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, изменив частоту импульсов в заданное число раз (коэффициент масштабирования варьируется от  $-2$  до  $+3,5$  в индивидуальных заданиях, например, «уменьшить частоту импульсов в 1,3 раза»). (4)

3. Произвести сравнение спектра заданного квазипериодического сигнала со спектром одиночного импульса, соответствующего сигналу на отдельном периоде. (3)

**Примеры индивидуальных заданий по теме «Частотные свойства дискретного квазипериодического сигнала. Преобразования сигнала в частотной области»:**

**Задание № 1**



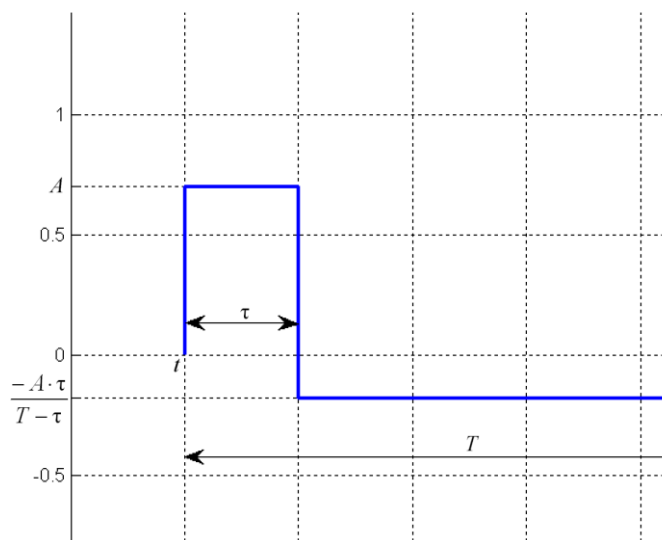
Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала длительностью 3 секунды с частотой дискретизации  $f_d = 44\,100$  Гц. На рисунке представлена форма сигнала на интервале одного периода  $T$ .

Параметры сигнала:

$T = 5 \cdot 10^{-3}$  с,  $\tau = 2.5 \cdot 10^{-3}$  с,  
 $A = 0,7$ .

Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, увеличив частоту импульсов в 2.2 раза.

**Задание № 2**



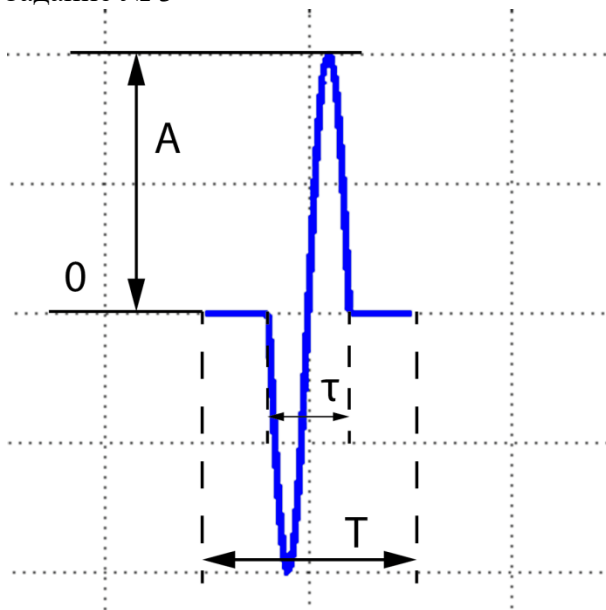
Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала длительностью 3 секунды с частотой дискретизации  $f_d = 44\,100$  Гц. На рисунке представлена форма сигнала на интервале одного периода  $T$ .

Параметры сигнала:

$T = 5 \cdot 10^{-3}$  с,  $\tau = 0.75 \cdot 10^{-3}$  с,  
 $A = 0,7$ .

Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, увеличив частоту импульсов в 1.5 раза.

## Задание № 3



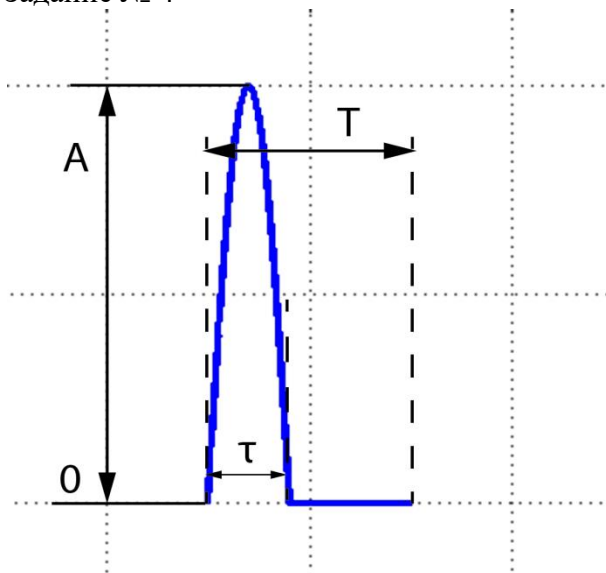
Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала длительностью 3 секунды с частотой дискретизации  $f_d = 44\,100$  Гц. На рисунке представлена форма сигнала на интервале одного периода  $T$ . Импульс представляет участок синусоиды.

Параметры сигнала:

$T = 5 \cdot 10^{-3}$  с,  $\tau = 2.5 \cdot 10^{-3}$  с,  $A = 0,7$ .

Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, увеличив частоту импульсов в 2.5 раза.

## Задание № 4



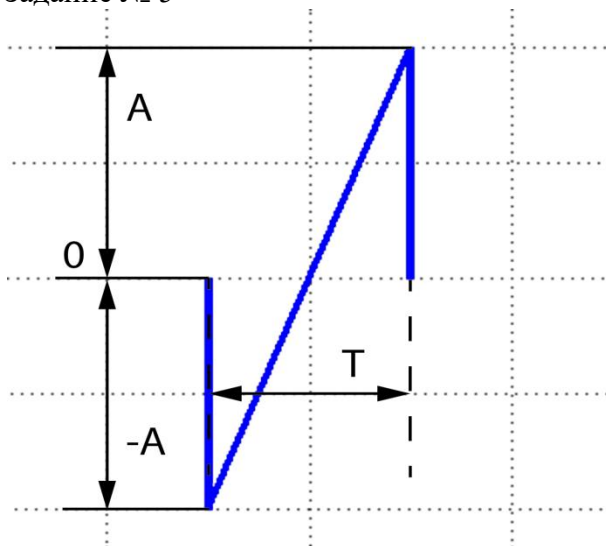
Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала длительностью 3 секунды с частотой дискретизации  $f_d = 44\,100$  Гц. На рисунке представлена форма сигнала на интервале одного периода  $T$ . Импульс представляет участок синусоиды.

Параметры сигнала:

$T = 5 \cdot 10^{-3}$  с,  $\tau = 2.5 \cdot 10^{-3}$  с,  $A = 0,7$ .

Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, увеличив частоту импульсов в 1.7 раза.

## Задание № 5



Используя систему MATLAB построить модель квазипериодического дискретного сигнала длительностью 3 секунды с частотой дискретизации  $f_d = 44\,100$  Гц. На рисунке представлена форма сигнала на интервале одного периода  $T$ .

Параметры сигнала:

$T = 5 \cdot 10^{-3}$  с,  $A = 0,7$ .

Используя представление сигнала дискретным разложением Фурье преобразовать сигнал, увеличив частоту импульсов в 1.3 раза.

### **Контрольные вопросы по теме «Геоинформационные системы»:**

1. Пространственные данные.
2. Основные способы организации пространственных данных.
3. Проблемы и задачи при работе с пространственной информацией.
4. Основные типы пространственных запросов.
5. Что такое ГИС.
6. Основные компоненты ГИС.
7. Сферы применения ГИС.
8. Картографические проекции (классификация).
9. Масштаб и точность карты.
10. Типы данных, которые можно использовать при работе с ГИС ArcGIS.
11. Атрибутивные данные, табличные данные.
12. Геокодированные данные.

### **4. Критерии оценивания**

На дифференцированном зачете по дисциплине «Прикладные физико-технические и компьютерные методы исследований» в 4 семестре.

**оценка «отлично (10)»** выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «отлично (9)»** выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «отлично (8)»** выставляется студенту, показавшему глубокие знания при ответе на контрольные вопросы и имеющему отличный результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «хорошо (7)»** выставляется студенту, продемонстрировавшему твердые, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «хорошо (6)»** выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «хорошо (5)»** выставляется студенту продемонстрировавшему, систематизированные знания материала при ответе на контрольные вопросы и имеющему хороший результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «удовлетворительно (4)»** выставляется, если во время ответа студент показывает нетвердое знание базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, но имеет хороший результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «удовлетворительно (3)»** выставляется, если во время ответа студент показывает разрозненный характер знаний, нечеткие, но без грубых ошибок, формулировки базовых положений, связанных с материалом контрольных вопросов, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

**оценка «неудовлетворительно (2-1)»** выставляется, если во время ответа, студент показывает, что не знает большей части основного содержания материалов, связанных с контрольными вопросами, имеет удовлетворительный результат сдачи лабораторных работ.

**5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Дифференцированный зачет по дисциплине в 4 семестре является заключительным этапом изучения всего курса и имеет целью проверку знаний студентов по теории (ответы на контрольные вопросы) и выявление практических навыков применения полученных знаний при выполнении лабораторных работ, а также навыков самостоятельной работы с рекомендованной учебно-научной литературой.

Дифференцированный зачет проводится в устной форме и состоит в ответе на все контрольные вопросы.

Преподавателю предоставляется право, помимо теоретических вопросов студентам дополнительные вопросы, уточняющие понимание студентом содержания курса. На подготовку к зачету и опрос отводится время в соответствии с утвержденными нормативами.