

**Приложение 1 к РПД Автоматизированные системы научных исследований в теплофизическом эксперименте**  
**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**  
**Направленность (профиль) Электропривод и автоматика**  
**Форма обучения – заочная**  
**Год набора - 2016**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|    |                          |                                                                                |
|----|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Кафедра                  | Физики, биологии и инженерных технологий                                       |
| 2. | Направление подготовки   | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника                                    |
| 3. | Направленность (профиль) | Электропривод и автоматика                                                     |
| 4. | Дисциплина (модуль)      | Автоматизированные системы научных исследований в теплофизическом эксперименте |
| 5. | Форма обучения           | заочная                                                                        |
| 6. | Год набора               | 2016                                                                           |

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические / семинарские занятия.

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (лабораторным и практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Одним из основных методов обучения является проведение лабораторных работ. Лабораторные занятия служат для закрепления теоретической базы. При выполнении лабораторных работ обучающиеся учатся пользоваться приборами как орудиями экспериментального познания, приобретают навыки практического характера. В некоторых случаях научная трактовка понятия становится возможной лишь после непосредственного ознакомления обучающихся с явлениями, что требует воссоздания опытов самими обучающимися, в том числе и во время выполнения лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ способствует углублению знаний из определенного раздела дисциплины, приобретению новых знаний, ознакомлению с современной экспериментальной техникой, развитию логического мышления, а также приучают обучающихся к самостоятельной работе, прививают навыки лабораторной культуры.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять

их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета**

Подготовка к зачету способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к зачету включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а также основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

– внимательно прочитать рекомендованную литературу;

– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

1 этап – определение темы доклада

2 этап – определение цели доклада

3 этап – подробное раскрытие информации

4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.6 Рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.

2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.

3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.

4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.

5) Составление опорного конспекта.

Качество учебной работы обучающихся преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на официальном сайте филиала МАГУ в г. Апатиты.

## 2. Планы лабораторных работ

### Лабораторная работа.

#### Работа с математическим редактором SCILAB. Часть 1.

##### Цель работы

Ознакомление с основными элементами управления SCILAB7.0. Выполнение элементарных вычислений с помощью системы SCILAB. Ознакомление со справочной системой SCILAB.

##### Задание

Изучить теоретический материал по системе SCILAB. Выполнить предложенные практические задания. Ответить на контрольные вопросы. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить результаты практических заданий (представить выполненные команды и результаты их выполнения) и ответы на контрольные вопросы.

##### Практические задания

1. Найдите в справочной структуре статью «SCILAB Directory Structure». Добавить эту статью в категорию избранных в справочной системе SCILAB. Найти список всех статей, в которых используется выражение «sin».

2. Наберите в командной строке выражение: **help sum**. Результатом выполнения этой команды служит справка по функции суммирования элементов для массива. Найдите в директории, в которую установлен **SCILAB** файл с именем **sum.in**. откройте его с помощью программы Notepad (Блокнот). По какому алгоритму работает эта функция? Как можно создать справку к своему m-файлу? Выполните команду `sum([0 1 2:3 4 5])`. поясните результат.

3. Ввести матрицу:  $A(:, 1) = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6]$ ;  $A(:, 2) = [7 \ 8 \ 9; 10 \ 11 \ 12]$ . Сколько размерностей имеет данная матрица? Вывести значения матрицы на экран. Посчитать сумму всех элементов матрицы используя функцию **sum**: Посчитать среднее значение всех элементов. используя функцию **mean**: В матрице В сохранить транспонированную матрицу  $A(:, 1)$ . Вывести матрицу В на экран.

4. Преобразовать 3-х мерную матрицу  $A(:, 1)=[1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6]$ ;  $A(:, 2)=[7 \ 8 \ 9; 10 \ 11 \ 12]$ ; в 2-х мерную матрицу  $[1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6; 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11 \ 12]$  размерностью 2x6 используя команду **reshape**. Преобразовать матрицу А в вектор размерностью 1x12.

5. Посмотрите результат выполнения команды:  $A = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6]$ ;  $A(:)$ , объясните действия операторов.

6. Что выполняют функции: **zeros**, **ones**, **eye**, **flipr**?

7. Решите систему линейных уравнений в матричном виде:  $Ax = B$ . где  $A = [1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6; 7 \ 8 \ 9]$ ;  $B = [1; 2; 3]$

8. Создать двумерную матрицу 5x5. заполнить ее числами, которые заданы в соответствии с равномерным законом распределения, удалить 2 и 4 строки из получившейся матрицы.

9. Создать матрицу размерностью  $240 \times 320 \times 10$ , имитирующую последовательность термограмм. Вывести на экран количество строк, столбцов и количество термограмм, используя команду **size**.

10. Имеются два вектора  $A = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5]$  и  $B = [4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8]$ . вычислить поэлементное произведение векторов.

11. Вычислить произведение чисел  $2.05 \cdot 10^{15}$  и  $4.1 \cdot 10^{15}$

12. Посчитать значение функции **sin** в диапазоне от 0 до  $2\pi$  с шагом 0.1 радиан. Построить график функции, используя команду **plot**.

13. Сравните результат выполнения выражения  $A = \text{zeros}(500, 500)$  с введенным символом « ; » и без него.

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

1. Что такое текущая директория? С помощью какой команды можно отобразить содержимое текущей директории? Какая команда позволяет изменить текущую директорию?

2. Как установить вид окон по умолчанию в редакторе SCILAB?

3. Сформулировать основные отличия в интерфейсах математических редакторов SCILAB и MathCad.

4. Как можно быстро вызвать предыдущие выполненные выражения в командной строке SCILAB?

5. Как можно перейти на следующую строчку командной строки при наборе длинного выражения в SCILAB?

6. Для чего используется функция **clisp**?

7. В каких случаях применяются операторы «\*» и «.\*»?

8. С помощью какой функции можно вывести содержимое т-файла на экран.

9. Что такое переменная **ans**?

10. С помощью какой команды можно получить справку по функции?

#### **Лабораторная работа.**

##### **Работа с математическим редактором SCILAB. Часть 2.**

#### **Цель работы**

Получение навыков программирования m-файлов. Ознакомление со встроенным языком программирования SCILAB. Получение навыков работы со справочной системой.

#### **Задание**

Прочитать теоретический материал по системе SCILAB. Выполнить предложенные практические задания. Ответить на контрольные вопросы. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить результаты практических заданий в виде текстов m-файлов и результатов работы запрограммированных функций, а также ответы на контрольные вопросы.

#### **Практические задания**

1. Загрузить тепловизионное изображение с помощью функции **openir** и визуализировать термограмму, используя функции **surf**, **mesli**, **image**, **imagesc**. Применить функции **shading interp**, **colorbar**, **colorinap**, **colorinapeditor**, **pixval**. В отчете привести соответствующие изображения.

2. Просмотреть результат выполнения функции **viewim** для визуализации одиночных термограмм и их последовательностей. Для этого с помощью функции **openir** загрузить последовательность термограмм и открыть ее с помощью функции **viewim**. Данная функция написана на языке программирования SCILAB с использованием возможности создания пользовательского интерфейса (GUI). Возможность создания графического пользовательского интерфейса стала доступна в версиях 6.X SCILAB и выше. Текст функции находится в файле **viewim.m**, а пользовательский интерфейс загружается из файла **viewim.fig**.

3. Самый лучший способ научиться писать m-файлы - это разбор уже готовых решений. В директории, Scilab/toolbox программы SCILAB, содержится большое количество таких файлов. Описать алгоритм работы функции **ind2sub** (файл **ind2sub.m**). Что выполняет эта функция?

4. Имеется трехмерная матрица. Написать функцию для получения определенной прямоугольной области из этой последовательности. Для задания прямоугольной области можно пользоваться функцией **getrect**.

5. Найдите в справочной структуре статью «SCILAB Directory Structure». Опишите основные директории системы SCILAB. Просмотреть содержимое директории Scilab/toolbox. Какие группы встроенных функций вы можете выделить? Функциями каких пакетов (toolboxes) можно пользоваться при работе с текущей версией SCILAB(установленной на вашем компьютере)?

6. Привести результат выполнения функций **tic** и **toe**. Как работают эти функции?

7. Построить график параболы и гиперболы на одном поле и представить виды графиков при выполнении команд **axis equal**, **axis on**, **axis off**, **axis([xmin xmax ymin ymax] , **grid on/ grid off****.

8. Написать функцию для поиска минимального значения и его индексов для одно-, дву- и трехмерного массива.

9. Получите идентификатор объекта поверхности (функция **surf**), приведите свойства этого объекта, измените свойства этого объекта на ваш выбор, приведите соответствующие графики, отражающие изменение свойств этого объекта. Для получения двумерного массива данных можно воспользоваться командой **peaks**.

*Вопросы для групповой дискуссии*

1. Как оформляются комментарии в функциях?

2. С какими типами файлов работает SCILAB? Объяснить назначение файлов этих типов.

3. Что выполняют функции **eval**, **sprintf**, **input**?

4. Что такое векторизация данных? Для чего она необходима?

5. Зачем нужно предварительное выделение памяти? С помощью какой команды выделяется память?

6. Каким требованиям должно удовлетворять расширение SCILAB в виде dll-файла для вызова его из системы SCILAB?

7. Что такое псевдокод функции? Что выполняет команда **peode**?

8. Что такое дополнительная функция (subfunction)?

9. Что такое глобальная переменная? Как объявить глобальную переменную? Приведите пример использования глобальных переменных.

10. В чем различие между командами **clear all**, **clear functions**, **clear global**? Что выполняют эти команды?

11. Для чего нужны указатели на функции? Как их можно использовать?

12. Используя т-файл **plotFuncPtr.ni** построить графики для функций  $\sin(x)$ ,  $2*\sin(x)$ , при изменении аргумента:  $[-\pi; 0.01; \pi]$ .

13. Как можно управлять графическими объектами? С помощью каких команд SCILAB можно просмотреть и установить свойства объекта?

14. Как можно организовать вызов функций, которые находятся в директории, отличной от текущей?
15. Что такое структура, как тип данных? Каким образом осуществляется обращение к элементам структуры? Как можно использовать структуры?
16. Как можно создать справку к своему т-файлу?

### **Лабораторная работа.**

#### **Решение уравнения теплопроводности. Часть 1.**

##### **Цель работы**

Ознакомление с параболическим уравнением теплопроводности, постановкой задач теплопередачи (теплого неразрушающего контроля). аналитическими решениями уравнения теплопроводности.

##### **Задание**

Изучить теоретический материал по решению уравнения теплопроводности. Ответить на контрольные вопросы. Выполнить предложенные практические задания. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить ответы на контрольные вопросы и полученные результаты по практическим заданиям.

##### *Вопросы для групповой дискуссии*

1. Назовите основные механизмы распространения тепла.
2. Назовите теплофизические характеристики материалов. Какие из них могут проявлять анизотропию, а какие нет?
3. В чем отличие адиабатического и неадиабатического нагрева?
4. Почему импульсный нагрев тонкой алюминиевой пластины можно считать адиабатическим?
5. В каких случаях применяется гиперболическое уравнение теплопроводности?
6. Какие безразмерные комплексы используются в аналитических решениях уравнения теплопроводности?
7. Как можно приблизительно оценить мощность нагревателя, используемого в процедуре активного теплового контроля?
8. Какие требования можно предъявить к тепловизору и источнику нагрева при ТК высокотеплопроводных материалов?

##### **Практические задания**

1. Вывести уравнение теплопроводности для цилиндрической и сферической систем координат.
2. Написать функции, SI\_PULSE\_AD\_M. SI\_PULSE\_NA\_M. аналогичные PLATE\_PULSE\_AD\_F\_M которые позволяют рассчитывать температуру во время действия импульса нагрева.
3. Использование аналитических решений в SCILAB:
  - Используя запрограммированные решения для SCILABполучить графики, отражающие развитие температуры для пластины при адиабатическом и неадиабатическом нагреве пластины из алюминия и резины (файлы «PLATE\_PULSE\_AD\_F.nl», «PLATE\_PULSE\_NA\_F.ni»). Графики желательно построить для полного интервала времени, начиная с момента времени  $t = 0$  а не с момента времени окончания нагрева ( $t = L$ ).

Построить графики развития температуры при нагреве полу- бесконечного тела из резины при различных значениях коэффициента теплообмена (файлы «SI\_PULSE\_AD.ni», «SI\_PULSE\_NA.ni»). Графики желательно построить для полного интервала времени, начиная с момента времени  $X = 0$ , а не с момента времени окончания нагрева  $0 = 1$ ).

Определить влияние мощности нагрева на характер развития температуры.

Показать (с помощью графиков), что для значений  $B1 < 0.1$  нагрев пластины является адиабатическим и температура поверхности в течении долгого времени сохраняет температуру близкую к адиабатическому стационарному значению.

Показать с помощью графиков), что для значений  $B1 > 100$  температура поверхности пластины практически равна температуре окружающей среды.

Показать (с помощью графиков) что для случая неадиабатического нагрева пластины, распределение температуры для моментов обобщенного времени  $B1 > 0.3$  распределение температуры практически описывается первым членом ряда соответствующего решения.

### **Лабораторная работа.**

#### **Решение уравнения теплопроводности. Часть 2**

##### **Цель работы**

Получить навыки применения метода термического 4-х полюсника и преобразования Лапласа для решения уравнения теплопроводности. Ознакомление с функциями чувствительности.

##### **Задание**

Изучить теоретический материал по решению уравнения теплопроводности. Ответить на контрольные вопросы. Выполнить предложенные практические задания. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить ответы на контрольные вопросы и полученные результаты по практическим заданиям.

##### *Вопросы для групповой дискуссии*

1. Какие виды граничных условий вы знаете?
2. Как влияет частота тепловых волн на глубину их проникновения?
3. Какова разница фаз стимулирующей тепловой волны и тепловой волны на поверхности? При каких условиях выполняется это соотношение?
4. Назовите способы решения уравнения теплопроводности.
5. Какие достоинства и недостатки имеются у метода термического 4-х полюсника по сравнению с другими методами решения уравнения теплопроводности?

##### **Практические задания**

1. Рассчитать глубин}\* проникновения тепловых волн, вызванных сменой дня и ночи, а также сменой времен года.
2. Проанализировать распространение теплового импульса Дирака в двухслойной пластине (алюминий-сталь), толщина каждого слоя 2 мм. Построить графики развития температуры на поверхности образца. Какие эффекты происходят при достижении теплового импульса границы раздела фаз. Как можно вычислить толщину первого слоя? Поменять слои местами и построить графики. Сравнить результаты. Для получения температурных кривых использовать метод термического четырехполюсника.
3. Проанализировать отличия при нагреве пластины импульсом Дирака и импульсом конечной длительности для различных материалов. например алюминия и пластика.
4. Получить функцию чувствительности.  
от критерия Фурье для адиабатической пластины нагреваемой импульсом Дирака.  
Построить график функции чувствительности.  
Для каких моментов времени определение уноса материала — является оптимальным?
5. Используя функции чувствительности, сравнить возможности определения теплопроводности для передней и задней поверхностей адиабатической пластины, нагреваемой импульсом Дирака.
6. Используя преобразование Лапласа, получить решение для случая неадиабатического нагрева пластины импульсом Дирака. Построить графики для различных глубин пластины.

## Лабораторная работа. Определение ТФХ материалов. Часть 1

### Цель работы

Ознакомление с основными ТФХ материалов и методами их определения, основанными на стационарной теплопередаче, регулярном и квазистационарном тепловом режиме.

### Задание

Изучить теоретический материал. Выполнить практические задания и ответить на контрольные вопросы. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить ответы на контрольные вопросы и результаты практических заданий.

### Практические задания

#### Стационарный тепловой режим:

- Начертить схему установки для определения температуропроводности, предложенной Понсеном. Объяснить назначение элементов схемы. Объясните принцип действия охранного нагревателя. Для чего через установку пропускается вода?

#### Регулярный тепловой режим:

- Запрограммировать формулу (4) в SCILAB для расчета охлаждения/нагрева неадиабатической пластины с начальной температурой  $T_0$  толщиной  $2R$  при граничных условиях третьего рода в среде с температурой  $T_L$ .

- Проиллюстрировать влияние 1, 2 и 3 членов ряда формулы (4) с помощью графиков. При каких значениях  $F_0$  можно пренебрегать членами ряда, начиная со 2-го? Привести соответствующие графики.

- Проиллюстрировать использование метода альфа-калориметра. Выбрать материал, выбрать толщину пластины из этого материала, построить графики в соответствии с решением (4) для случая  $Bi \ll 1$  (принять значение  $Bi = 100$ ) для внешней поверхности образца, середины образца при нагреве образца в кипящей воде. Объяснить поведение графиков, построить графики логарифма температуры. Экспериментально найти температуропроводность образца.

- Принять величину  $Bi = 0.1$ . Выбрать материал и толщину пластины для данного условия. Построить графики развития температуры для формулы (4) для середины пластины и поверхности пластины. Построить графики логарифма температуры. Определить температуропроводность образца экспериментально.

#### Квазистационарный тепловой режим:

- Запрограммировать формулу квазистационарного теплового режима для SCILAB.

- Выбрать материал, толщину пластины, условия нагрева. Построить график развития температуры для передней поверхности и середины пластины. По графику определить значение при котором можно пренебречь членами ряда в формуле.

- Используя формулы и графические данные определить значения теплопроводности и температуропроводности.

### Вопросы для групповой дискуссии

- Какие ТФХ можно определить с помощью стационарных методов теплопроводности? Почему?

- Для определения каких ТФХ можно использовать нестационарные методы теплопроводности?

- Что необходимо учитывать при проведении эксперимента по определению ТФХ стационарными методами?

- В чем отличие относительного и абсолютного методов плоского слоя?

- Каким образом можно исследовать температурную зависимость теплопроводности в методе плоского слоя?

6. Какое влияние оказывает контактное сопротивление в методе плоского слоя? Какие способы можно предложить для уменьшения контактного сопротивления?
7. Как можно разделить методы регулярного теплового режима в зависимости от значения числа  $B1$ ?
8. Для определения температуропроводности каких материалов больше всего подходит метод альфа-калориметра?
9. Сравните достоинства и недостатки методов регулярного и квазистационарного теплового режима.
10. Что такое анизотропия ТФХ? Какие ТФХ могут проявлять анизотропию?
11. Какие условия должны выполняться при использовании метода Паркера?
12. Что такое теплопроводность?
13. В чем особенность теплофизических свойств воздуха? Как это влияет на процесс распространения тепла в этом веществе?
14. На что влияет температуропроводность?

### **Лабораторная работа.**

#### **Определение ТФХ материалов. Часть 2**

##### **Цель работы**

Ознакомление с основными ТФХ материалов и методами их определения основанными на нестационарном процессе теплопроводности.

##### **Задание**

Изучить теоретический материал. Выполнить практические задания и ответить на контрольные вопросы. Отчет представить в текстовом редакторе Libre Office. В отчет включить ответы на контрольные вопросы и результаты практических заданий.

##### *Вопросы для групповой дискуссии*

1. Что такое анизотропия ТФХ? Какие ТФХ могут проявлять анизотропию?
2. Какие условия должны выполняться при использовании метода Паркера?
3. Приведите схему установки для определения температуропроводности по методу Паркера. Объясните назначение элементов этой установки.
4. Какие материалы проявляют анизотропию теплофизических свойств? Как можно контролировать анизотропию ТФХ?

##### **Практические задания**

##### **Метод Паркера:**

- Проиллюстрировать влияние неоднородности теплового потока на погрешность определения температуропроводности в методе Паркера. Для этого промоделировать нагрев образца неоднородным тепловым потоком численными методами с использованием программы ThemioCalc 3D и рассчитать значение температуропроводности для каждой точки образца. Для расчета температуропроводности использовать m-файл **cliff Z** программы SCILAB.

##### **Анизотропия ТФХ:**

Для образца из изотропного материала, предложенного преподавателем определить значения температуропроводности пользуясь методом Паркера и методом основанным на двумерном преобразовании Фурье. Сравнить полученные значения температуропроводности. Для расчетов использовать функции **diffX** и **diffZ** для SCILAB