

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЛАЗЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ: МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 7       | 2                      | 72                         | 0            | 0                         | 32                       |                                         | 40        | 0         | 3                                        |
| Итого   | 2                      | 72                         | 0            | 0                         | 32                       | 16                                      | 40        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Задача курса: подготовить студентов к практическому применению математических методов в профессиональной деятельности, способствовать более глубокому физическому пониманию ряда тем, изучаемых в рамках специализации. Изучается применение стандартных численных методов, заложенных в системе математических расчетов Mathcad, являющейся наиболее легкой для освоения, для решения ряда модельных задач, связанных с обработкой данных. Излагаются методы обработки данных, основы программирования в среде Mathcad.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины Компьютерный практикум: математические вычисления является формирование у студентов навыков математических вычислений, необходимых при обработке данных, анализе информативных сигналов, решении инженерно-физических задач лазерной физики.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина логически и содержательно-методически связана со следующими разделами математики и физики: линейная алгебра, математический анализ, теория вероятностей, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, теория функций комплексного переменного, механика, колебания и волны, оптика, а также с общетехническими дисциплинами: основы электроники, информатика. Изложение материала предполагает успешное освоение студентами перечисленных дисциплин и умения программировать на каком-либо алгоритмическом языке. Освоение данной дисциплины необходимо как для овладения методами решения задач, рассматриваемых в курсах: радиофизика, квантовая радиофизика так и для практического применения математических методов, в том числе и методов обработки экспериментальных данных, при выполнении УИРовских и дипломных работ.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД) | Объект или область знания | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|--------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|--------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

| научно-исследовательской                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Моделирование систем, использующих оптические методы обработки информации, и результатов их работы; построение математических моделей для анализа свойств объектов исследования и выбор численного метода их моделирования, разработка алгоритма решения задачи</p>              | <p>Методы и технологии фотоники и оптоинформатики</p>                       | <p>ПК-2 [1] - способен к математическому моделированию процессов и объектов фотоники и оптоинформатики, их исследованию на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 06.007, 06.018, 40.037</p> | <p>З-ПК-2[1] - Знать возможности стандартных пакетов автоматизированного проектирования при математическом моделировании объектов фотоники и оптоинформатики.;<br/>У-ПК-2[1] - уметь решать типичные математические задачи на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования;<br/>В-ПК-2[1] - Владеть навыками самостоятельной разработки программ при математическом моделировании процессов и объектов фотоники и оптоинформатики.</p> |
| проектно-конструкторский                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Проектирование и конструирование оптических технологий передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации; участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий, узлов, элементов приборов и систем фотоники и оптоинформатики</p> | <p>Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа</p> | <p>ПК-2.6 [1] - Способен производить основные расчёты при математическом моделировании оптических процессов, компьютерный синтез дифракционных оптических элементов, а также контролировать их соответствие исходным требованиям</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 06.017</p>                            | <p>З-ПК-2.6[1] - Знать современные методы математического моделирования оптических процессов, методы компьютерного синтеза дифракционных оптических элементов;<br/>У-ПК-2.6[1] - Уметь ставить задачи по проектированию оптических систем для применений в технологии, диагностике и научных исследованиях; использовать инновационные разработки фотоники и оптических информационных систем в технологических и измерительных</p>                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                          | задачах;<br>В-ПК-2.6[1] - Владеть навыками моделирования и расчетов оптических процессов и дифракционных оптических элементов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Проектирование и конструирование оптических технологий передачи, приема, обработки, хранения и отображения информации; участие в монтаже, наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов изделий, узлов, элементов приборов и систем фотоники и оптоинформатики | Элементная база фотоники и оптоинформатики и цифровые методы анализа | ПК-4 [1] - способен к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях;<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 06.007, 29.004 | 3-ПК-4[1] - Знать основные правила разработки проектной и рабочей технической документации, правила оформления конструкторской документации принципы и методы расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием.<br>;<br>У-ПК-4[1] - Уметь анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым узлам и элементам рассчитывать и проектировать детали и узлы приборов и установок, разрабатывать проекты технических описаний установок и приборов, проводить концептуальную и проектную проработку типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях ;<br>В-ПК-4[1] - Владеть методами анализа и расчета, навыками конструирования и проектирования в соответствии с |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                    |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях, методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок с использованием стандартных средств автоматизации |
|--|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                          | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                        |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы. |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                                              |
|-------|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|       | <i>7 Семестр</i>                        |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                                                              |
| 1     | Первый раздел                           | 1-8    | 0/0/16                                                 |                                           | 25                            | КИ-8                                | 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6 |
| 2     | Второй раздел                           | 9-16   | 0/0/16                                                 |                                           | 25                            | КИ-16                               | 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.6,                                            |

|  |                                             |  |        |  |    |   |                                                                              |
|--|---------------------------------------------|--|--------|--|----|---|------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                             |  |        |  |    |   | У-ПК-2.6, В-ПК-2.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4                                   |
|  | <i>Итого за 7 Семестр</i>                   |  | 0/0/32 |  | 50 |   |                                                                              |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b> |  |        |  | 50 | 3 | 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-2.6, У-ПК-2.6, В-ПК-2.6, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| З           | Зачет               |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|--------|---------------------------|------------|----------------|------------|
|        | <i>7 Семестр</i>          | 0          | 0              | 32         |
| 1-8    | <b>Первый раздел</b>      | 0          | 0              | 16         |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |   |   |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
| 1 | <b>Занятие 1.Встроенные функции пакета Mathcad, символьные преобразования .</b><br>Оснoвы работы с пакетом Mathcad: работа с формульным и текстовым редактором, операции вывода и присваивания, вычисления математических выражений, арифметические операторы, задание массивов. Векторные и матричные операторы и функции, операторы отношения, логические операторы. Основные категории встроенных функций. Функции пользователя. Вычисление значений специальных функций, функции усечения и округления. | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
| 2 | <b>Занятие 2.Встроенные функции пакета Mathcad, символьные преобразования .</b><br>Символьные преобразования математических выражений: вычисления пределов, производных, сумм, интегралов. Разложение функций в ряд Тейлора, интегральные преобразования. Символьные операции относительно выделенной переменной. Техника символьных вычислений и преобразований. Символьное решение уравнений.                                                                                                             | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
| 3 | <b>Занятие 3. Графическая визуализация в Mathcad. Управление данными.</b><br>Построение двумерных графиков. Основы трехмерной графики в Mathcad. Построение графика поверхности по матрице аппликат ее точек и при аналитическом задании. Контурные и точечные трехмерные графики. Построение пространственных кривых. Форматирование графиков.                                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
| 4 | <b>Занятие 4.Графическая визуализация в Mathcad. Управление данными.</b><br>Анимация графиков. Создание кадров изображения. Воспроизведение анимированного рисунка. Типы констант и переменных. Машинные числа. Задание размерных переменных<br>Функции обработки строк. Чтение и запись данных. Функции доступа к структурированным и графическим файлам. Примеры обработки графических файлов.                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
| 5 | <b>Занятие 5. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных</b><br>Особенности математических вычислений, реализуемых на компьютере. Погрешности вычислений и их классификация. Установка опций вычислений в Mathcad.. Оптимизация и отладка вычислений. Форматирование данных, представление комплексных чисел, результатов численных расчетов, размерных величин. Погрешности, возникающие при численном интегрировании и дифференцировании.                                                 | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
| 6 | <b>Занятие 6. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b><br>Численное решение нелинейных и алгебраических уравнений в Mathcad. Решение систем уравнений. Решение систем линейных уравнений в случае приближенного задания элементов матрицы системы и                                                                                                                                                                                                                                  | Всего аудиторных часов |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 2 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Онлайн                 |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 0                      | 0 | 0 |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |   |   |
|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |   |   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                        |   |    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|----|
|      | столбца свободных членов. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности найденного решения. Плохо обусловленные СЛАУ.                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |    |
| 7    | <b>Занятие 7. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b><br>Обратные задачи. Некорректные обратные задачи. Преопределенные и недоопределенные СЛАУ. Регуляризация.<br>Концепции и основные методы интерполяции и аппроксимации. Реализация функций интерполяции и аппроксимации в Mathcad. Локальная и глобальная интерполяция.                     | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 8    | <b>Занятие 8. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b><br>Практическое занятие по приему домашних заданий.                                                                                                                                                                                                                                        | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 9-16 | <b>Второй раздел</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0                      | 0 | 16 |
| 9    | <b>Занятие 9. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b><br>Концепции и основные методы регрессии и сглаживания данных. Реализация функций регрессии и сглаживания данных в Mathcad.<br>Полосовая и спектральная фильтрация Приближение данных рядом Фурье. Частота Найквиста. Возможные ошибки при дискретном Фурье-преобразовании. Эффект Гиббса. | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 10   | <b>Занятие 10. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b><br>Основы статистической обработки экспериментальных данных. Определение функций распределения, плотности вероятности, моментов распределения. Встроенные статистические функции.                                                                                                         | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 11   | <b>Занятие 11. Решение задач оптимизации.</b><br>Задача оптимизации. Поиск глобального максимума (минимума) многоэкстремальной функции.<br>Методы поиска минимума функции многих переменных: координатного спуска, градиентного спуска, оврагов, Ньютона.                                                                                                                | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 12   | <b>Занятие 12. Решение задач оптимизации.</b><br>Метод наименьших квадратов. Применение метода для решения систем линейных уравнений и аппроксимации данных. Алгоритм Левенберга-Марквардта.                                                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |
| 13   | <b>Занятие 13. Программирование в Mathcad.</b><br>Безмодульное программирование. Программирование линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмов. Модульное программирование. Задание подпрограммы-функции. Программирование линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмов                                                                                      | Всего аудиторных часов |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |    |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0  |

|    |                                                                                                                                                                                                                                          |                        |   |   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
| 14 | <b>Занятие 14. Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b><br>Решение дифференциальных уравнений. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |   |
| 15 | <b>Занятие 15. Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b><br>Решение уравнений в частных производных                                                                                                | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |   |
| 16 | <b>Занятие 16 Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b><br>Итоговое занятие. Прием домашних заданий.                                                                                               | Всего аудиторных часов |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 2 |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | Онлайн                 |   |   |
|    |                                                                                                                                                                                                                                          | 0                      | 0 | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

#### ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <i>7 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1      | <b>Занятие 1. Встроенные функции пакета Mathcad, символьные преобразования .</b><br>Основы работы с пакетом Mathcad: работа с формульным и текстовым редактором, операции вывода и присваивания, вычисления математических выражений, арифметические операторы, задание массивов. Векторные и матричные операторы и функции, операторы отношения, логические операторы. Основные категории встроенных функций. Функции пользователя. Вычисление значений специальных функций, функции усечения и округления. |
| 2      | <b>Занятие 2. Встроенные функции пакета Mathcad, символьные преобразования .</b><br>Символьные преобразования математических выражений: вычисления пределов, производных, сумм, интегралов. Разложение функций в ряд Тейлора, интегральные преобразования. Символьные операции относительно выделенной переменной. Техника символьных вычислений и преобразований. Символьное решение уравнений.                                                                                                             |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <p><b>Занятие 3. Графическая визуализация в Mathcad. Управление данными.</b></p> <p>Построение двумерных графиков. Основы трехмерной графики в Mathcad. Построение графика поверхности по матрице аппликат ее точек и при аналитическом задании. Контурные и точечные трехмерные графики. Построение пространственных кривых. Форматирование графиков.</p>                                                                                                             |
| 4 | <p><b>Занятие 4. Графическая визуализация в Mathcad. Управление данными.</b></p> <p>Анимация графиков. Создание кадров изображения. Воспроизведение анимированного рисунка. Типы констант и переменных. Машинные числа. Задание размерных переменных. Функции обработки строк. Чтение и запись данных. Функции доступа к структурированным и графическим файлам. Примеры обработки графических файлов.</p>                                                             |
| 5 | <p><b>Занятие 5. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных</b></p> <p>Особенности математических вычислений, реализуемых на компьютере. Погрешности вычислений и их классификация. Установка опций вычислений в Mathcad.. Оптимизация и отладка вычислений. Форматирование данных, представление комплексных чисел, результатов численных расчетов, размерных величин. Погрешности, возникающие при численном интегрировании и дифференцировании.</p> |
| 6 | <p><b>Занятие 6. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b></p> <p>Численное решение нелинейных и алгебраических уравнений в Mathcad. Решение систем уравнений. Решение систем линейных уравнений в случае приближенного задания элементов матрицы системы и столбца свободных членов. Число обусловленности матрицы. Оценка погрешности найденного решения. Плохо обусловленные СЛАУ.</p>                                                        |
| 7 | <p><b>Занятие 7. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b></p> <p>Обратные задачи. Некорректные обратные задачи. Преопределенные и недоопределенные СЛАУ. Регуляризация. Концепции и основные методы интерполяции и аппроксимации. Реализация функций интерполяции и аппроксимации в Mathcad. Локальная и глобальная интерполяция.</p>                                                                                                           |
| 8 | <p><b>Занятие 8. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b></p> <p>Практическое занятие по приему домашних заданий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9 | <p><b>Занятие 9. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Концепции и основные методы регрессии и сглаживания данных. Реализация функций регрессии и сглаживания данных в Mathcad.</p> <p>Полосовая и спектральная фильтрация Приближение данных рядом Фурье. Частота Найквиста. Возможные ошибки при дискретном Фурье-преобразовании. Эффект Гиббса.</p>    |
| 10 | <p><b>Занятие 10. Погрешности вычислений, обработка экспериментальных данных.</b></p> <p>Основы статистической обработки экспериментальных данных. Определение функций распределения, плотности вероятности, моментов распределения. Встроенные статистические функции.</p>                           |
| 11 | <p><b>Занятие 11. Решение задач оптимизации.</b></p> <p>Задача оптимизации. Поиск глобального максимума (минимума) многоэкстремальной функции.</p> <p>Методы поиска минимума функции многих переменных: координатного спуска, градиентного спуска, оврагов, Ньютона.</p>                              |
| 12 | <p><b>Занятие 12. Решение задач оптимизации.</b></p> <p>Метод наименьших квадратов. Применение метода для решения систем линейных уравнений и аппроксимации данных. Алгоритм Левенберга-Марквардта.</p>                                                                                               |
| 13 | <p><b>Занятие 13. Программирование в Mathcad.</b></p> <p>Безмодульное программирование. Программирование линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмов.</p> <p>Модульное программирование. Задание подпрограммы-функции. Программирование линейных, разветвляющихся и циклических алгоритмов</p> |
| 14 | <p><b>Занятие 14. Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b></p> <p>Решение дифференциальных уравнений. Решение систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений</p>                                                   |
| 15 | <p><b>Занятие 15. Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b></p> <p>Решение уравнений в частных производных</p>                                                                                                                                                  |
| 16 | <p><b>Занятие 16 Математические вычисления в радиофизике, теории колебаний, лазерной физике.</b></p> <p>Итоговое занятие. Прием домашних заданий.</p>                                                                                                                                                 |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Освоение данной дисциплины осуществляется путем использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. На занятиях в компьютерном классе излагаются теоретические основы соответствующей темы и разбираются конкретные задачи и примеры. Формирование и развитие профессиональных навыков математических расчетов и

программирования осуществляется за счет самостоятельного выполнения студентами расчетно-графических работ.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-2        | З-ПК-2              | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-2              | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-2              | З, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-2.6      | З-ПК-2.6            | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-2.6            | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-2.6            | З, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-4        | З-ПК-4              | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-4              | З, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-4              | З, КИ-8, КИ-16                    |

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                     |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 65-69        |                               | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала,                                                                                                                                                                      |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|         |                                     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                     |   | но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                                                                                                                           |
| Ниже 60 | 2 –<br><i>«неудовлетворительно»</i> | F | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ К 65 Вычислительная математика в примерах и задачах : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021
2. ЭИ П 60 Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
3. ЭИ Б 30 Численные методы : учебное пособие, Москва: Лаборатория знаний, 2020
4. ЭИ С 47 Численные методы : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 519 З-23 Численные методы. Основы научных вычислений : учебник и практикум для академического бакалавриата, Москва: Юрайт, 2018
2. 519 Б30 Численные методы. Решения задач и упражнения : учебное пособие для вузов, Н. С. Бахвалов, А. А. Корнев, Е. В. Чижонков, Москва: Дрофа, 2009
3. 519 Р98 Введение в вычислительную математику : , Рябенский В.С., М.: Физматлит, 2000
4. 004 П60 Компьютерное моделирование физических процессов с использованием пакета MathCAD : учебное пособие для вузов, С. В. Поршневу, Москва: Горячая линия - Телеком, 2002

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. на национальной платформе «Открытое образование»  
(([https://openedu.ru/course/mephi/mephi\\_digital\\_engineering/](https://openedu.ru/course/mephi/mephi_digital_engineering/)))

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Изложение материала курса предполагает знание студентами курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра», «Теория вероятностей», «Дифференциальные и интегральные уравнения», «Общая физика», «Информатика», а также умение программировать на каком-либо алгоритмическом языке. Для успешного освоения курса необходимо аккуратно посещать занятия, понимать физический смысл решаемой математической задачи и выполнять задания, полученные от преподавателя. При изучении встроенных функций пакета Mathcad, символьных преобразований и программирования в среде Mathcad (тема 1) будет полезна книга [1,2] списка литературы. Для глубокого понимания алгоритмов численного решения математических задач следует обратиться к книгам по численным методам [3,4,5], а для понимания физической сути решаемых задач к книгам [6,7].

Выполненные студентом по каждой теме задания оформляются в виде отчета по расчетно-графической работе и оцениваются по пятибалльной шкале. Аттестация разделов производится с помощью перевода суммарного числа баллов, набранных студентами за расчетно-графические работы, в оценку по двадцатипятибалльной шкале. В конце семестра проводится зачет, оцениваемый по пятидесятибалльной шкале. Успешно сдавшими зачет считаются студенты, набравшие в результате проведения контрольных мероприятий 60 и более баллов.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Занятия проводятся в форме лабораторных работ, в ходе выполнения которых студенты приобретают навыки использования математических вычислений в инженерной практике. Контроль освоения материала осуществляется как в форме интерактивного опроса, так и в форме выполнения студентами индивидуальных заданий.

Простота и наглядность осуществления большинства математических операций Mathcad не требуют подробного изложения основ работы с этой системой математических расчетов, многое может быть понято интуитивно человеком, знакомым с основами программирования на каком-либо алгоритмическом языке. Изучение большого количества встроенных функций Mathcad происходит поэтапно, от занятия к занятию. При изучении темы 1 студенты должны приобрести навыки работы с векторными и матричными встроенными функциями, специальными функциями, научиться создавать функции пользователя; особое внимание следует уделить вопросу управления данными и освоению встроенных функций для работы с

файлами. Изучение возможностей графической визуализации в Mathcad проводится в рамках темы 2.

Основными результатами изучения темы 3 должно стать умение студентом самостоятельно определять погрешности математических расчетов и обработки экспериментальных (табличных) данных. В ходе изучения этой темы студенты овладевают основными методами обработки табличных данных и знакомятся со встроенными функциями интерполяции, аппроксимации, регрессии, сглаживания, а также со статистическими функциями.

Знакомство с методами решения задач оптимизации проводится в рамках изучения темы 4.

Навыки программирования развиваются у студентов при изучении темы 5. Знакомство студентов с интегральными преобразованиями в Mathcad осуществляется на примере преобразования Фурье при изучении темы 3. В результате студенты должны освоить метод спектрального анализа информативных сигналов. Следует акцентировать внимание студентов на применении спектральной фильтрации модельных информативных сигналов.

Тема 6 посвящена возможностям численного решения задач Коши и граничных задач для дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений, а также уравнений в частных производных.

При проведении аудиторных занятий следует больше времени уделить ответам на вопросы студентов и разъяснению тем, которые были плохо поняты студентами. Анализ выполнения студентами расчетных работ позволяет это сделать. Основная задача преподавателя – сформировать у студентов навыки математических вычислений, необходимых при обработке данных, анализе информативных сигналов, решении инженерно-физических задач.

Автор(ы):

Чириков Сергей Николаевич, к.ф.-м.н., доцент