

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Карякин Андрей Виссарионович

Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписания: 04.07.2023 11:39:09

Уникальный программный ключ:

2e905c9a64921ebc9b6e02a1d3ca1497a89874

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"

НОВОУРАЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДЕНО

Рабочая программа учебной дисциплины **"Преобразование Лапласа"** (третий семестр)

Направление подготовки — 11.03.04 «Электроника и
наноэлектроника»

Профиль — «Промышленная электроника»
Квалификация (степень) — академический бакалавр
выпускника
Форма обучения — Очная

г. Новоуральск, 2021

Объем учебных занятий в часах:

Семестр	3
Трудоемкость, ЗЕТ	4
Трудоемкость, ч.	144
Аудиторные занятия, в т.ч.:	54
- лекции	18
- практические занятия	36
Самостоятельная работа	54
Контроль	36
Форма итогового контроля	Экзамен

Индекс дисциплины

в Рабочем учебном плане (РУП) – **Б1. 0.02.06**

(

Учебную программу составил зав. кафедрой физико-математических дисциплин НТИ НИЯУ МИФИ Носырев Николай Анатольевич

Учебная программа рассмотрена на заседании кафедры физико-математических дисциплин НТИ НИЯУ МИФИ

"__30__"__08__ 20__21__ г. протокол № __1__
и рекомендована для подготовки бакалавров.

Заведующий кафедрой

Н.А.Носырев _____ «__» _____ 20__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели освоения учебной дисциплины.....	4
2	Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО	4
3	Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине и их соотношение с планируемыми результатами освоения образовательной программы	5
4	Структура и содержание учебной дисциплины	
	4.1 Структура учебной дисциплины	7
	4.2 Содержание дисциплины	8
5	Информационно-образовательные технологии.....	11
6	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	12
7	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины	13
8	Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины	15

Рабочая программа составлена в соответствии с Образовательным стандартом высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», квалификация (степень) академический бакалавр, утвержденный **ученым советом** университета и **рабочим учебным планом (РУП)** по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль "Промышленная электроника".

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Преобразование Лапласа» относится к циклу математических дисциплин, она даёт основные понятия и методы изучения многих спецдисциплин по специальности «Электроника и наноэлектроника». Целью освоения учебной дисциплины также является воспитание достаточно высокой математической культуры, развитие у студентов широкого кругозора в области математики и умения использовать математические методы и основы математического моделирования для решения практических задач.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с кредитно-модульной системой подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» учебная дисциплина «Преобразование Лапласа» имеет индекс Б1.0.02.05 т.е. входит в базовую часть основного раздела общепрофессионального модуля в вариативную часть и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина содержит разделы Комплексная переменная, Функции комплексной переменной (ФКП), Производная и интеграл ФКП, Ряд Фурье, Преобразование Лапласа.

Знания и умения, полученные в данной дисциплине, необходимы при изучении многих спецкурсов.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ И ИХ СООТНОШЕНИЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данный раздел устанавливает сквозное соотношение между планируемым результатом (ПР) в данной учебной дисциплине (УД) и образовательной программе (ОП).

3.1. Планируемые результаты освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине

В результате освоения содержания дисциплины «Преобразование Лапласа» студент должен обладать следующими компетенциями (Таблица 1)

Таблица 1 Компетенции, реализуемые при изучении дисциплины

Код компетенции	Компетенции
Общепрофессиональные компетенции	
УК-1 УК-6 В14 В15	

3.2. Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

В результате освоения дисциплины «Преобразование Лапласа» студент должен:

Знать:

- 31 – способы записи и действия с комплексными числами;
- 32 – способы вычисления значений функций с комплексными переменными;
- 33 – определение, геометрический смысл производной ФКП и проверку на дифференцируемость;
- 34 – признаки сходимости рядов с комплексными элементами;
- 35 – основные разложения ФКП в степенной ряд;
- 36 – ряд Лорана для ФКП, аналитичность и характер особых точек;
- 37 – определение и способы вычисления вычетов ФКП;
- 38 – определение и способы вычисления интегралов от ФКП;
- 39 – разложения функции в ряд Фурье, преобразования Фурье в различных формах;
- 310 – определение и основные свойства преобразования Лапласа.

Уметь:

- У1 – выполнять действия с комплексными числами и функциями от них;
- У2 – вычислять значения производных для ФКП (при их дифференцируемости);
- У3 – раскладывать ФКП в ряд и находить его область сходимости;

- У4 – вычислять вычеты для ФКП в каждой точке;
 У5 – вычислять различные интегралы, включая применение основной теоремы о вычетах;
 У6 – раскладывать функцию в ряд Фурье на заданном промежутке;
 У7 – находить изображения по Лапласу для различных функций и восстанавливать оригинал по изображению;
 У8 – решать дифференциальные уравнения и их системы (задачу Коши) операторным методом;

Владеть:

- В1 – действиями с комплексными числами и функциями от них;
 В2 – навыками вычисления производных и интегралов от ФКП;
 В3 – навыками разложения функций в ряд Лорана;
 В4 – навыками разложения функций в ряд Фурье;
 В5 – навыками нахождения изображений по Лапласу и восстановления их оригиналов;
 В6 – операторным методом решения задач Коши.

3.3. Соотношение планируемых результатов обучения по учебной дисциплине и результатов освоения образовательной программы

Таблица 2

Планируемый результат освоения образовательной программы, относящиеся к учебной дисциплине (ПР ОП)	Планируемый результат обучения по учебной дисциплине (ПР УД)	Соотношение
УК-1, УК6	31 – 310, У1 – У8, В1 – В6	

4. Структура и содержание учебной дисциплины

Общий объем дисциплины при очной форме обучения (ОФО) 4 ЗЕТ, 144 ч. экзамен.

4.1. Структура учебной дисциплины.

Соотношение лекций, практических занятий, лабораторных занятий, с их распределением по учебным неделям семестра, трудоёмкостью в часах, самостоятельной работой и методам контроля по каждому из семестров рассмотрено в п. 4.1.1.

4.1.1 Семестр – 3 Трудоёмкость 4 ЗЕТ, 144 ч., ЭКЗАМЕН

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Неделя семестра	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)				Ссылка на ПР УД	Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Функции комплексной переменной	1-3	3	6		9	31-33, У1, В1	Дз-1
2.	Производная и интеграл от ФКП	4-6	3	6		9	31-38, У1-У5, В1-В3	Дз-2
3.	Ряды Тейлора и Лорана	7-8	2	4		6		
4.	Вычеты функции и их применение	9-10	2	4		6		
5.	Ряд Фурье, интеграл Фурье и преобразования Фурье	11-13	3	6		9	39, У6, В4	Дз-3
6.	Преобразование Лапласа и его свойства	14-16	3	6		9	310, У7-У8, В5-В6	Дз-4
7.	Применение преобразования Лапласа	17-18	2	4		6		
Итого:			18	36		54		
8.	Экзамен (Э-1)		Контроль 36 ч.					

Дз-1 «Комплексные числа и ФКП»

выдаётся на 2 нед., сдача на 4 нед.,

Дз-2 «Производная ФКП. Вычеты. Интегралы» выдаётся на 4 нед., сдача на 11 нед.,

Дз-3 «Ряд Фурье»

выдаётся на 11 нед., сдача на 14 нед.,

Дз-4 «Преобразование Лапласа»

выдаётся на 14 нед., сдача на 18 нед.

4.2 Содержание дисциплины

Функции комплексной переменной (Л – 6 ч., Пр.– 3 ч.)

1. Комплексная переменная: алгебраическая форма записи и арифметические действия в алгебраической форме, изображение на комплексной плоскости, тригонометрическая и показательная формы записи (способы нахождения модуля и аргумента) и действия над числами в таких формах;
2. Понятие функции и обратной функции комплексной переменной. Однозначные (многозначные) и однолистные функции. Отображение комплексной плоскости, конформные отображения;
3. Линейная функция $f(z)=A \cdot z+B$ как комбинация отображений комплексной плоскости;
4. Виды функций комплексной переменной (ФКП):

Степенная, показательная, корень степени n , экспонента, логарифмическая функция, тригонометрические ($\sin(z)$, $\cos(z)$, $\operatorname{tg}(z)$, $\operatorname{ctg}(z)$), гиперболические функции ($\operatorname{sh}(z)$, $\operatorname{ch}(z)$, $\operatorname{th}(z)$, $\operatorname{cth}(z)$), обобщённая степенная и обобщенная показательная, обратные тригонометрические функции.

Для каждой функции её действительная и мнимая части, модуль и периодичность;

Производная и интеграл от ФКП (Л – 6 ч., Пр.– 3 ч.)

5. Окрестность точки z . Открытая и замкнутая области. Предел и непрерывность ФКП;
6. Дифференцируемость ФКП. Условия Коши-Римана. Аналитичность ФКП. Производные основных функций;
7. Гармонические функции двух переменных. Гармоничность действительной и мнимой частей ФКП. Восстановление аналитической ФКП по её действительной или мнимой частям.
8. Определение интеграла $\int_{AB} f(z)dz$ от ФКП по дуге АВ как предела интегральных сумм. Свойства интеграла, его запись через действительную и мнимые части ФКП.
9. Интеграл по замкнутому контуру, положительное направление обхода. Теорема Коши для аналитической ФКП в односвязной области. Первообразная для $f(z)$ и формула Ньютона-Лейбница (обобщённая);

Ряды Тейлора и Лорана (Л – 4 ч., Пр.– 2 ч.)

10. Числовой ряд с комплексными элементами, определение и критерии его сходимости;
11. Функциональный ряд с комплексными элементами, его область сходимости. Степенной ряд с комплексными элементами, его радиус и круг сходимости. Единственность разложения;

12. Ряд Тейлора по степеням $z - z_0$ и коэффициенты Тейлора. Разложения Маклорена для e^z , $\cos(z)$, $\sin(z)$, $ch(z)$, $sh(z)$, $(1+z)^m$, $\frac{1}{1-z}$, их области сходимости;
13. Метод подстановки для разложения $f(z)$ в степенной ряд. Дифференцирование и интегрирование степенных рядов. Разложения Маклорена для e^{-z} , $\cos(2z)$, $\frac{1}{(1-z_0)^2}$, $\frac{1}{(1-z_0)^3}$ и т.д.;
14. Ряд Лорана по степеням $z - z_0$, его коэффициенты, кольцо сходимости и связь с рядом Тейлора;
15. Виды особых точек для ФКП. Связь нулей функций и соответствующих полюсов;

Вычеты функции и их применение (Л – 4 ч., Пр. – 2 ч.)

16. Вычет функции как интеграл и как коэффициент ряда Лорана. Вычет функции в точке аналитичности и устранимой особой точке для $f(z)$. Способы вычисления вычетов в полюсах (простых и кратных);
17. Связь вычетов дробно-рациональной функции с её разложением на элементарные дроби;
18. Теорема Коши для многосвязной области (основная теорема о вычетах);

Ряд Фурье, интеграл Фурье и преобразования Фурье (Л – 6 ч., Пр. – 3 ч.)

19. Ряд Фурье: теорема разложимости и о сумме ряда Фурье, коэффициенты ряда на отрезках $[-\pi; \pi]$ и $[-L; L]$, разложение для чётных и нечётных функций и их периодических продолжений на числовую прямую. Частичная сумма ряда Фурье как наложение гармоник;
20. Выведение интеграла Фурье. Косинус и синус преобразования Фурье (прямое и обратное). Таблица преобразований.
21. Экспоненциальная форма записи интеграла Фурье, прямое и обратное преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье.

Преобразование Лапласа и его свойства (Л – 6 ч., Пр. – 3 ч.)

22. Понятие оригинала функции. Изображение по Лапласу $F(p)$ для оригинала $f(t)$. Выведение изображений по Лапласу для функции Хэвисайда и для e^t . Таблица основных изображений по Лапласу.
23. Основные свойства преобразования Лапласа:
- Единственности;
 - Предельное свойство;
 - Линейности;
 - Подобия;
 - Смещения (затухания);

- Запоздывания. Запись оригинала с помощью функций Хэвисайда и нахождение его изображения по Лапласу;
- Изображения периодических и антипериодических оригиналов;
- Дифференцирования оригинала;
- Дифференцирования изображения;
- Интегрирования оригинала;
- Интегрирования изображения;
- Свёртка двух оригиналов и её изображение.

24. Восстановление оригиналов по их изображениям:

- Путём разложения на элементарные дроби и нахождения их изображений;
- Использованием вычетов $\sum_{k=1}^n \operatorname{Res}_{p_k} \left(\frac{A_m(p)}{B_n(p)} \cdot e^{p \cdot t} \right);$
- По теореме о разложении.

Применение преобразования Лапласа (Л – 4 ч., Пр.– 2 ч.)

25. Решение дифференциальных уравнений с начальными условиями операторным методом;
26. Решение систем дифференциальных уравнений с начальными условиями операторным методом;
27. Влияние знаков собственных чисел и начальных условий для системы линейных дифференциальных уравнений на вид интегральной кривой.

5. Информационно-образовательные технологии

В ходе изучения каждого раздела дисциплины сначала преподаватель в виде монолога излагает лекцию по новой теме, после чего переходит к разбору типовых задач в интерактивной форме с участием студентов. Для закрепления изученного материала студент выполняет соответствующее домашнее задание (Дз), п.4.1.1. При его выполнении рекомендуется применять как конспект лекций, так и учебно-методические материалы из приведённого в п.7 списка, сеть Интернет.

В течение семестра проводятся консультации, где преподаватель при личном общении помогает студенту освоить сложные для него темы, метод решения заданных задач.

В конце семестра преподаватель подводит итог и по набранным баллам допускает либо нет студента до экзамена. Средства для контроля и оценки указаны в п.6.

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Её содержание представлено в локальной сети учебного заведения и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).

Сборник домашних заданий приведён в **Приложении 1. «Фонд оценочных средств»**. Студенту задания выдаются в электронном виде, вариантом является номер студента в списке группы.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для оценки достижений студента используется *балльно-рейтинговая система*:

- В семестре студент должен выполнить четыре домашних контрольных работы (см. таблицу ниже)

Код	Вид оценочного средства	Максимальный балл	Зачтённая работа, баллы	Незачёт, баллы
Дз-1	Домашняя контрольная работа (ДКР)	8	5 – 8	0 – 4
Дз-2	ДКР	12	7 – 12	0 – 6
Дз-3	ДКР	8	5 – 8	0 – 4
Дз-4	ДКР	12	7 – 12	0 – 5
	Аудиторная работа в семестре	10	----	----
Э-1	Экзамен	60	26 – 60	0 – 25

- Посещаемость и активность на аудиторных занятиях за семестр может принести ещё до 10 баллов;
- Допуском до экзамена является 30 баллов при зачтённой *каждой* контрольной работе;
- Каждое из шести заданий экзаменационного билета (и теоретических и практических, см. ниже) оценивается по 10 баллов, на их выполнение даётся 2 часа;
- Оценкой за семестр является общий суммарный рейтинг в виде суммы баллов, накопленных за семестр, и полученных на экзамене. Оценка выставляется при наборе не менее 60 баллов с указанием этой суммы и соответствующей оценки.

Оценка по 5 бальной шкале	Зачет	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	Зачтено	90-100	A	Отлично
4 (хорошо)		85-89	B	Очень хорошо
		75-84	C	Хорошо
		70-74	D	Удовлетворительно
		65-69		
3 (удовлетворительно)		60-64	E	Посредственно
2 (неудовлетворительно)	Не зачтено	Ниже 60	F	Неудовлетворительно

Пример ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт

Кафедра физио-математических дисциплин

Направление подготовки	– 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Профиль	– "Промышленная электроника"
Квалификация (степень) выпускника	– академический бакалавр
Форма обучения	– Очная
Дисциплина	– ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАПЛАСА, 3 семестр

Экзаменационный билет №1

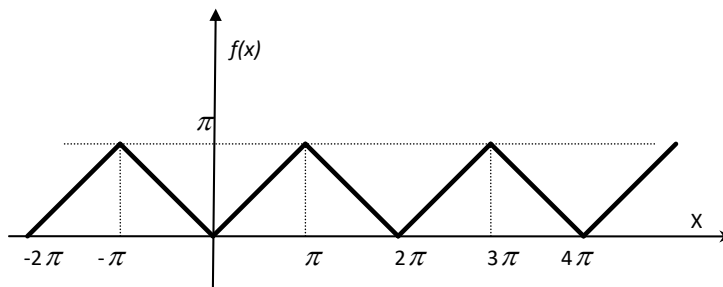
1) Сформулировать определение производной функции комплексного переменного и условия Коши-Римана её дифференцируемости; Перечислить производные основных видов функций.

2) Сформулировать определение оригинала и его преобразования Лапласа.

Перечислить преобразования Лапласа для функций e^{at} , t^n , $\cos(at)$, $\sin(at)$, $e^{at}t^n$, $e^{at}\cos(bt)$, $e^{at}\sin(bt)$.

3) Вычислить интеграл от $f(z) = \frac{z+1}{z^2+2z}$ по контуру $|z-2|=6$;

4) Заданную графически функцию разложить в ряд Фурье



5) Найти изображение по Лапласу для функции

$$f(t) = (3t^2 + 4t - 1) \cdot \chi(t-2)$$

6) Операторным методом найти решение задачи Коши

$$a) y'' + y' - 6y = 9 + 18 \cdot x$$

$$\begin{cases} y(0) = 3 \\ y'(0) = -3 \end{cases}$$

Зав. Кафедрой: _____ Носырев Н.А.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература:

1. 517(075) К 93

Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной.

Лекции и практикум : учеб. пособие / И. М. Петрушко [и др.] ; под ред. И. М. Петрушко. - СПб. : Лань, 2013. - 368 с. : ил. - (Учебники для вузов, Специальная литература). - Библиогр.: с. 357. - ISBN 978-5-8114-1064-4 : 503-36.

Кол-во экземпляров: всего – 15;

- 2. Петрушко, И.М. Курс высшей математики. Теория функций комплексной переменной** [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.М. Петрушко, А.Г. Елисеев, В.И. Качалов [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 364 с. — Режим доступа «ЭБС ЛАНЬ»;
- 3. Карасев, И.П. Теория функций комплексного переменного** [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2008. — 214 с. — Режим доступа «ЭБС ЛАНЬ»

7.2 Дополнительная литература:

- 4. Данко П. Е. Высшая математика в упражнениях и задачах :** учеб.пособие для вузов : в 2 ч. Ч. 2 / П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова. - 6-е изд. - М. : Оникс 21 век : Мир и Образование, 2003. - 416 с. : ил. - С решениями. - ISBN 5-329-00528-0 : 72-00. - ISBN 5-94666-009-8 : 65-00. - ISBN 5-329-00327-X. Кол-во экземпляров: всего – 52;
- 5. Эйдерман, В.Я. Основы теории функций комплексного переменного и операционного исчисления** [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2002. — 255 с. — Режим доступа «ЭБС ЛАНЬ»;
- 6. Ряды Фурье. Преобразование Фурье** [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2010. — 52 с. — Режим доступа «ЭБС ЛАНЬ»;

7.3 Методическое обеспечение

- 7. Орлов Ю.В.** Сборник заданий для проведения контрольной работы по теме «Ряды Фурье» раздела «Дифференциальные уравнения и ряды» курса «Математика» для студентов специальности 210106 «Промышленная электроника» очной и очно-заочной форм обучения. – Новоуральск, изд. НТИ НИЯУ МИФИ, 2012.-32 с.

7.4 Информационное обеспечение (включая перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

1 <http://nsti.ru>

2 научная библиотека e-librari

3 ЭБС «Лань»

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Её содержание представлено в локальной сети учебного заведения и находится в режиме свободного доступа для студентов. Доступ студентов для самостоятельной подготовки осуществляется через компьютеры дисплейного класса (в стандартной комплектации).

Домашние задания выдаются в электронном виде, студенту необходим либо личный компьютер либо доступ в компьютерный класс института.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОСЗ++ ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» подготовки бакалавров по профилю «Промышленная электроника»

Рабочая программа учебной дисциплины **" Преобразование Лапласа"**
(третий семестр)

Направление подготовки — 11.03.04 «Электроника и
наноэлектроника»

Профиль — «Промышленная электроника»
Квалификация (степень) — академический бакалавр
выпускника

Форма обучения — Очная

— Новоуральск, изд. НТИ НИЯУ МИФИ, 2021. — 16 с.

Макет подготовлен на кафедре физико-математических дисциплин

Подписано в печать _____ Формат А5 Гарнитура

Печать плоская. Усл-печ. л. _____ Тираж _____ экз. Заказ _____

Издательство Новоуральского технологического института НИЯУ МИФИ,
624130, г. Новоуральск, ул. Ленина 85, НТИ НИЯУ МИФИ