

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ливанов Дмитрий Викторович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 19.08.2024 17:13:48  
Уникальный программный ключ:  
c6d909c49c172d4f7a0151eab5c33d8f3

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

д-р физ.-мат. наук



Д. В. Ливанов

« 29 » августа 2024 г.

**Дополнительная профессиональная программа**  
**Программа профессиональной переподготовки**  
**«Количественный финансовый аналитик»**

Москва 2024

## Оглавление

1. Рабочая группа	2
2. Профессиональные стандарты, учтённые в содержании программы	2
3. Квалификационные требования, учтённые в содержании программы	2
4. Требования федерального государственного стандарта высшего образования, на основании которых была разработана программа	2
5. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации.	2
6. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень компетенций, формирующихся в результате освоения программы	3
7. Цель программы	4
8. Планируемые результаты обучения по программе	4
9. Учебный план	4
10. Календарный учебный график	5
11. Рабочие программы (учебная программа)	5
12. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы	6
12.1. Требования к квалификации педагогических кадров/представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса	6
12.2. Требования к материально-техническим условиям	6
12.3. Требованиям к информационным и учебно-методическим условиям*	6
12.4. Общие требования к организации образовательного процесса*	6
13. Формы аттестации и оценочные материалы по программе	7

## **1. Рабочая группа**

С целью повышения качества дополнительной профессиональной программы (ДПП) с учетом требований профессиональных стандартов (ПС) в группу разработчиков входили\*:

**Райгородский Андрей Михайлович**

Доктор физико-математических наук, директор ФПМИ МФТИ

**Благодарный Евгений Владимирович**

заведующий учебно-методической лабораторией инноватики ФПМИ

**Нозик Александр Аркадьевич**

Заместитель руководителя группы Лаборатории методики ядерно-физического эксперимента

**Иванова Анастасия Сергеевна**

руководитель проектов учебно-методической лаборатории инноватики ФПМИ

## **2. Профессиональные стандарты, учтённые в содержании программы**

Настоящая дополнительная профессиональная программа (ДПП) разработана с учётом соответствующих ей профессиональных стандартов (ПС) из национального реестра профессиональных стандартов. Профессиональные стандарты (ПС), связанные с настоящей ДПП:

*ПС 06.001 Программист*

*ПС 06.022 Системный аналитик*

*ПС 08.008 Специалист по финансовому консультированию*

## **3. Квалификационные требования, учтённые в содержании программы**

Квалификационные требования, учтённые в содержании программы, указаны в описании должностей единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих. Причём учтены требования должностей, указанных в дополнительных характеристиках отобранных для данной программы ОТФ (п. 5. настоящего документа), которые приведены в указанных в п. 2. настоящего документа профессиональных стандартах (ПС) в строке «ЕТКС или ЕКС». Квалификационные требования инкорпорированы в настоящий документ путем отсылки и являются его неотъемлемой частью.

## **4. Требования федерального государственного стандарта высшего образования, на основании которых была разработана программа**

Настоящей дополнительной профессиональной программе соответствует федеральный государственный стандарт высшего образования (ФГОС ВО): *ФГОС 01.04.02 Прикладная математика и информатика*

Настоящая дополнительная профессиональная программа разработана на основании требований указанного ФГОС ВО.

Полный перечень требований приведён в тексте указанного ФГОС ВО, инкорпорирован в настоящий документ путём отсылки и является его неотъемлемой частью.

## 5. Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации.

«Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации (часть 5 статьи 76 Федерального закона N 273-ФЗ). Для их определения и может использоваться ПС. При этом необходимо учесть различия терминологии, используемой в образовании и в профессиональных стандартах, о которых говорилось выше. Вид профессиональной деятельности, квалификация, упоминаемые в цитируемой статье закона, в ПС в большинстве случаев соответствуют ОТФ, иногда - ТФ.»<sup>1</sup>,

Новые квалификации (ОТФ/ТФ) и их уровни:

Вид профессиональной деятельности (ПС)	Новые квалификации (ОТФ/ТФ)	Уровень
Разработка и отладка программного кода	Написание программного кода с использованием языков программирования, определения и манипулирования данными	3
	Оформление программного кода в соответствии с установленными требованиями	3
Интеграция программных модулей и компонент и верификация выпусков программного продукта	Разработка процедур интеграции программных модулей	5
	Осуществление интеграции программных модулей и компонент и верификации выпусков программного продукта	5
Управление аналитическими работами и подразделением	Разработка технико-коммерческого предложения и участие в его защите	7
	Разработка методик выполнения аналитических работ	7
	Планирование аналитических работ в ИТ-проекте	7
	Организация аналитических работ в ИТ-проекте	7
	Контроль аналитических работ в ИТ-проекте	7
	Составление отчетов об аналитических работах в ИТ-проекте	7
Консультирование клиентов по составлению финансового плана и	Финансовое консультирование по широкому спектру финансовых услуг	7

<sup>1</sup> Письмо Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. N ВК-1032/06 "О направлении методических рекомендаций"

формированию целевого инвестиционного портфеля	Разработка финансового плана для клиента и целевого инвестиционного портфеля	7
--	--	---

Характеристики данных ОТФ/ТФ приведены в профессиональном стандарте (ПС), указанном в п. 2. настоящего документа. инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Связанные виды профессиональной деятельности (ВПД):

научно-исследовательская;  
 проектная;  
 производственно-технологическая;  
 организационно-управленческая;  
 педагогическая.

Характеристика данных ВПД приведена в федеральном государственном стандарте высшего образования (ФГОС ВО), указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорирована в настоящий документ путём отсылки, и является его неотъемлемой частью. Указанные ВПД, освоение которых предусмотрено указанным ФГОС ВО, являются «сквозными» и служат основой овладения выбранной квалификацией (ОТФ/ТФ).

ТФ, связанные с указанными в настоящем пункте ОТФ (в случае их указания), а также их характеристики приведены в профессиональном стандарте (ПС), указанном в п. 2. настоящего документа. инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

#### **6. Характеристика компетенций, подлежащих совершенствованию, и (или) перечень компетенций, формирующихся в результате освоения программы**

Учитывая, что слушатели программы уже освоили или осваивают основную профессиональную образовательную программу, в том числе общие компетенции, соответствующего уровня профессионального образования, компетенции формирующиеся в результате освоения настоящей программы и компетенции подлежащие совершенствованию, а также их характеристика, представлены в ФГОС, указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Данные компетенции указанного ФГОС ВО служат основой определения результатов обучения по программе.

#### **7. Цель программы**

Реализация программы профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации.

В соответствии с Письмом Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. N ВК-1032/06 «О направлении методических рекомендаций», цель представляет собой осознанное представление (предвосхищение) результата деятельности. Планируемые результаты отражены ниже.

#### **8. Планируемые результаты обучения по программе**

Планируемые результаты обучения соответствуют результатам освоения соответствующей основной профессиональной образовательной программы, а также направлены

на приобретение новой квалификации, требующей изменение направленности (профиля) или специализации в рамках направления подготовки (специальности) полученного ранее профессионального образования, определены на основе профессиональных компетенций соответствующего федерального государственного образовательного стандарта, указанного в п. 4. настоящего документа.

Имеющаяся квалификация и (или) уровень образования (требования к слушателям):

*Высшее и незаконченное высшее образование*

Новые виды профессиональной деятельности, и ПК соответствующие им, которые планируются к получению в результате обучения по настоящей программе, а также их характеристики, представлены в ФГОС, указанном в п. 4. настоящего документа, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Выпускник также должен обладать прочими компетенциями в соответствие с указанным ФГОС, которые приведены и охарактеризованы в нём, инкорпорированы в настоящий документ путём отсылки, и являются его неотъемлемой частью.

Новые квалификации (ОТФ/ТФ), планируемые к приобретению в результате обучения по настоящей программе, приведены и охарактеризованы в п. 5. настоящего документа.

Приведённая информация о цели и результатах обучения является основой для разработки рабочих программ, оценочных материалов и иных компонентов дополнительной профессиональной программы.

## 9. Учебный план

№ п/п*	Наименование Модулей, дисциплин	Всего, час.	В том числе:				
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Самостоятельн ая работа	Подготовка к аттестации	Форма контроля
1	Вычислительные финансы	90	30	30	30		аттестация
2	Вычислительные методы	120	60	60			аттестация
3	Статистические методы и анализ данных	135	60	0	45	30	аттестация
4	Итоговая квалификационная работа				35		
	Итого				380		

\* Слушатели могут проходить модули в произвольном порядке

Срок освоения настоящей программы профессиональной переподготовки превышает минимально допустимый срок освоения 250 часов (либо другой установленный актуальными нормативными документами соответствующего Министерства срок) или равен ему.

## 10. Календарный учебный график

### Модуль 1: Вычислительные финансы

	Обучение по установленной форме: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий						
	Количество академических часов: 90						
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4	5	6	7
лекции	4	2	5	4	4	3	8
практические	4	2	5	4	4	3	8
самостоятельные	4	2	5	4	4	3	8
Итого	12	6	15	12	12	9	24

### Модуль 2: Вычислительные методы

Обучение по установленной форме: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий												
Количество академических часов: 120												
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лекции	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3
практические	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3
самостоятельные	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Контрольные задания	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Итого	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	4	6

### Модуль 3: Статистические методы и анализ данных

Обучение по установленной форме: очная, с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Количество академических часов: 135										
Порядковый № занятия (по горизонтали)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
лекции	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
практические										
самостоятельные	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6
<b>Итого</b>	9	9	9	9	9	12	12	12	12	12

## 11. Рабочие программы (учебная программа)

### Модуль 1: Вычислительные финансы

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
	Основы моделирования и стохастические процессы	4	4		4
	Риск-нейтральная валюация	2	2		2
	Модели с стохастической волатильностью	5	5		5
	Монте-Карло симуляции	4	4		4
	Моделирование производных по процентным ставкам	4	4		4
	Корректировки валюации от риска дефолта контрагента	3	3		3

	Калибровка, расчет риска, корректировки валюации - примеры	8	8		8
Итого часов		30	30		30
Подготовка к аттестации		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 1 зач.ед.			

## Модуль 2: Вычислительные методы

Тема (раздел) дисциплины	Трудоёмкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
	Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
Векторные и матричные нормы. Унитарные матрицы. SVD разложение. Проекторы. Задача о наименьших квадратах. QR факторизация.	2	2		2
Вычисления с плавающей точкой. Вычислительная устойчивость.	2	2		2
Матричный ранг. Приближение низкого ранга и приложения SVD.	2	2		2
Системы линейных уравнений. Число обусловленности.	2	2		2
Собственные вектора и собственные значения. Методы решения симметричной задачи на собственные значения.	2	2		2
Разреженные матрицы. Библиотеки numru и scipy. Итеративные методы линейной алгебры.	3	3		3
Решение систем нелинейных уравнений. Введение в методы оптимизации.	3	3		3

Численное интегрирование и дифференцирование. Методы интерполяции. Решение линейных интегральных уравнений.	3	3		3
Основные численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных.	3	3		3
Введение в методы Монте-Карло. Методы сэмплирования.	3	3		3
Марковские цепи Монте-Карло. Алгоритм Метрополиса — Гастингса. Сэмплирование по Гиббсу. Гамильтонов Монте-Карло.	2	2		2
Модели пространства состояний. Линейные динамические системы. Фильтр Калмана.	3	3		3
Итого часов	30	30	30	
Подготовка к аттестации	30 час.			
Общая трудоёмкость	120 час.			

### Модуль 3: Статистические методы и анализ данных

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоёмкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Введение в теорию вероятностей	6			3
2	Непрерывные и дискретные распределения	6			3
3	Теория принятия статистических решений	6			3
4	Теория оценок	6			3
5	Теория проверки гипотез	6			3

6	Статистические и систематические ошибки	6			6
7	Использование языка Python для анализа данных	6			6
8	Методы многомерной оптимизации для построения оценок	6			6
9	Байесовские методы	6			6
10	Методы Монте-Карло для анализа данных	6			6
Итого часов		60			45
Подготовка к аттестации		30 час.			
Общая трудоёмкость		135 час.			

Содержание дополнительной профессиональной программы направлено на достижение результатов её целей (планируемых результатов).

## 12. Организационно-педагогические условия реализации дополнительной профессиональной программы

### 12.1. Требования к квалификации педагогических кадров/представителей предприятий и организаций, обеспечивающих реализацию образовательного процесса

Требования к образованию педагогических и иных работников, а также (при наличии) требования к освоению ими дополнительных профессиональных программ, опыту работы в области профессиональной деятельности, соответствующей направленности ДПП: *высшее образование, трудовой и (или) педагогический стаж от полугода, наличие опыта практической работы в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания.*

### 12.2. Требования к материально-техническим условиям

Перечень кабинетов, лабораторий, мастерских, тренажеров и др., обеспечивающих проведение всех предусмотренных программой видов занятий:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
---	-------------	---

Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Лекции	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю программы необходимо оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров), качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.
Информационно-коммуникационная платформа дистанционных семинаров	Практические занятия (дистанционные семинары)	Слушателю необходимо наличие доступа в сеть интернет, компьютер. Преподавателю программы необходимо оборудование для проведения дистанционных семинаров (вебинаров), качественный отказоустойчивый доступ в сеть интернет.
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Самостоятельная работа	Наличие компьютера и доступа в сеть интернет.
Система дистанционного обучения провайдера массовых открытых онлайн курсов	Промежуточный, рубежный контроль, Итоговая аттестация	Наличие компьютера и доступа в сеть интернет.

### 12.3. Требованиям к информационным и учебно-методическим условиям

#### Модуль 1: Вычислительные финансы

##### Основная литература:

1. Seydel, R.U. *Tools for Computational Finance, 6th edition, Springer V., London (2017)*
2. Shreve, S.E. *Stochastic Calculus for Finance I & II, Springer, New York (2004)*
3. Brigo, D. and Mercurio, F. *Interest Rate Models—Theory and Practice, Springer Verlag, Berlin, 2006*
4. C.W. Oosterlee and L.A. Grzelak, *Mathematical Modeling and Computation in Finance: With Exercises and Python and MATLAB Computer Codes, World Scientific Publishing Europe Ltd, 2019.*
5. Glasserman, P. *Monte Carlo methods in financial engineering. V.53 Springer Science & Business Media, 2013.*

##### Дополнительная литература:

1. Andersen, Leif BG. "Efficient simulation of the Heston stochastic volatility model." Available at SSRN 946405 (2007).
2. Hagan, Patrick S., Andrew S. Lesniewski, and Diana E. Woodward. "Implied volatility formulas for Heston models." *Wilmott* 2018.98 (2018): 44-57.

3. Cui, Yiran, Sebastian del Bano Rollin, and Guido Germano. "Full and fast calibration of the Heston stochastic volatility model." *European Journal of Operational Research* 263.2 (2017): 625-638.
4. Giles, Mike, and Paul Glasserman. "Smoking adjoints: Fast monte carlo greeks." *Risk* 19.1 (2006): 88-92.

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

1. По каждой теме курса рекомендуется обзорно изучить материал из списка основной литературы
2. При желании приобрести дополнительные теоретические знания по темам, смежным с темой курса, можно обратиться к списку дополнительной литературы.
3. При готовности приобрести дополнительные практические знания по теме курса можно обратиться к лектору и получить индивидуальное задание.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

<http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека в МФТИ

<http://www.edu.ru> – федеральный портал «Российское образование»

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

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

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

**Модуль 2: Вычислительные методы**

*Основная литература*

1. *Numerical Linear Algebra*, Lloyd N. Trefethen (Author), David Bau III (Author)
2. Eugene. E. Tyrtshnikov, "Brief introduction to numerical analysis"
3. А. А. Амосов, Ю. А. Дубинский, Н. В. Копченова, *Вычислительные методы для инженеров*
4. *Monte Carlo Statistical Methods*. Authors: C. Robert, G. Casella
5. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*, K. P. Murphy

*Дополнительная литература*

1. *Convex Optimization*, Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe
2. E. Hairer, S.P. Norsett, and G. Wanner, *Solving Ordinary Differential Equations*, Spinger, 1993.
3. *Approximation Theory and Approximation Practice*, Lloyd N. Trefethen
4. *Gaussian Processes for Machine Learning*, Carl Edward Rasmussen and Christopher K.I. Williams
5. *Non-Uniform Random Variate Generation*, Luc Devroye

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

Не используется

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

*На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций*

**Модуль 3: Статистические методы и анализ данных**

*Основная литература*

*Введение в математическую статистику [Текст] : [учебник для вузов] / Г. И. Ивченко, Ю. И. Медведев .— М. : ЛКИ, 2010, 2014, 2015 .— 600 с.*

*Дополнительная литература*

*Прикладная статистика. Принципы и примеры [Текст] : [учеб. пособие для вузов] / Д. Кокс, Э. Снелл ; пер. с англ. Е. В. Чепурина ; под ред. Ю. К. Беляева .— М. : Мир, 1984 .— 200 с*

*Литература для самостоятельного изучения*

- 1. В. Идье, Д. Драйард, Ф. Джеймс, М. Рус, Б. Садуле. Статистические методы в экспериментальной физике. М.: Атомиздат, 1976.*
- 2. Particle Data Group (PDG): <http://pdg.lbl.gov/2014/reviews/rpp2014-rev-probability.pdf>;  
<http://pdg.lbl.gov/2014/reviews/rpp2014-rev-statistics.pdf>.*

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

*Студент, изучающий дисциплину, должен, с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике.*

*В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.*

*Успешное освоение курса требует:*

- посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;*
- ведения конспекта занятий;*
- напряжённой самостоятельной работы студента.*

*Самостоятельная работа включает в себя:*

- чтение рекомендованной литературы;*
- проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;*
- решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;*
- подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.*

*Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.*

*Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.*

*Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.*

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети “Интернет”, необходимых для освоения дисциплины (модуля):**

*<http://npm.mipt.ru/ru/pages/stat-methods/>*

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

*Google Meet, Python, Jupyter notebook, Microsoft PowerPoint*

**12.4. Общие требования к организации образовательного процесса\***

Форма обучения – очная, с применением дистанционных технологий

Режим обучения – 2 раз(а) в неделю по 2 академических часа.

Преподаватель проводит практические занятия: дистанционно в форме вебинаров с использованием платформы ZOOM (или аналогичной).

Самостоятельная работа выполняется слушателем: в удобном для слушателя режиме

В Таблице ниже описаны образовательные технологии.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Изложение материала посредством лекций, обсуждение общих вопросов по тематике курса.	Ознакомление слушателей с базовым материалом по тематике курса.
2	Практическое занятие	Выполнение практических заданий, получение обратной связи от преподавателя.	Практическое освоение теоретических знаний, разбор ситуаций, а также углубление знаний по курсу
3	Самостоятельная работа	Самостоятельное изучение дополнительных материалов и литературы. Выполнение тренировочных тестов и заданий.	Углубление знаний по курсу. Применение знаний к своей организации / проекту.
4	Выполнение контрольных заданий	Выполнение тестов, проверочных заданий.	Практическое освоение теоретических знаний, контроль освоения материалов.
5	Итоговая аттестация	Подготовка итоговой квалификационной работы.	Практическое освоение теоретических знаний, контроль освоения материалов. Получение практического результата в своих организациях / проектах.

### 13. Формы аттестации и оценочные материалы по программе

Оценка качества освоения программы проводится по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» по результатам промежуточного контроля (тестирование, проверочные задания), контроля посещаемости практических занятий (вебинаров) и результатам итоговой аттестации.

После аттестации слушатель получает оценку “отлично”, если набрано не меньше 80% баллов от возможного максимума, “хорошо”, если набрано не меньше 65%, “удовлетворительно”, если набрано не меньше 40%, в противном случае слушатель курса не сдает.

Результат тестирования, решения проверочных заданий и написания кода проверяется автоматически системой на образовательной платформе. Итоговая аттестационная работа проверяется преподавателем

Составляющие процесса обучения, которые оцениваются в ходе обучения, и их вклад в итоговую оценку представлены в Таблице ниже.

Таблица – Составляющие процесса обучения

№ п/п	Основные показатели оценки	Вклад в итоговую оценку
1	Основной курс обучения на образовательной платформе	50%
2	Практические занятия	10%
3	Итоговая аттестационная работа	40%

#### Оценочные материалы:

##### Пример тестового задания к модулю 1: Вычислительные финансы

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

*С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия или в конце занятия по пройденной теме.*

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

- 1. Выведите уравнение Блэк-Шоулза и переапишите его как уравнение теплопроводности.*
- 2. Определите критерий, при каких шагах по времени и пространству явный метод конечных разностей стабилен для одномерного уравнения теплопроводности. Приведите численный пример неустойчивости, доказав, что ваш критерий максимален.*
- 3. Выведите формулу для преобразования в рикс-нейтральную меру для модели Хестона. Существует ли такое преобразование для модели SABR?*
- 4. Разработайте схему точной симуляции модели SABR. Как вы сможете гарантировать отсутствие арбитража в модели? Где самый вычислительно затратный шаг в вашем алгоритме?*
- 5. Какие затраты памяти при вычислении дельты для модели Блэк-Шоулза через сопряженные методы? Как можно их уменьшить?*

##### Пример тестового задания к модулю 2: Вычислительные методы

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

- 1.*

Рассмотрите матрицы  $X$  размером  $n \times m$ ,  $\Omega$  размером  $m \times m$  и  $\Delta$  размером  $n \times n$ . Пусть

$$f(A) = A^{-1}X(X^T A^{-1}X)^{-1}.$$

Докажите, что

$$f(X\Omega X^T + \Delta) = f(\Delta)$$

предполагая, что все матрицы, которые обращаются в этом уравнении, действительно являются обратимыми.

2.

Постройте руками SVD разложение следующих матриц:

$$(a) \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}, \quad (b) \begin{bmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad (c) \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$$

3.

Напишите программу, которая решает нелинейное уравнение Пуассона:

$$\phi''(x) = e^{\phi(x)} - n(x), \quad \text{где } n(x) = 1 + e^{-3(x-5)^2},$$

в области  $0 \leq x \leq 10$  с граничными условиями  $\phi(0) = \phi(10) = 0$ . Для этого дискретизируйте дифференциальное уравнение на равномерную решётку  $x_j = 1, \dots, N-1$ , так что значения потенциала в точках  $x_0 = 0$  и  $x_N = 10$  зафиксированы граничными условиями, а внутри определяются дискретной версией исходного дифференциального уравнения:  $G_1 = 0, G_2 = 0, \dots, G_{N-1} = 0$ , где

$$G_j = \frac{\phi_{j+1} - 2\phi_j + \phi_{j-1}}{\delta x^2} - e^{\phi_j} + n(x_j) = 0.$$

Используйте метод Ньютона для того, чтобы найти решение этой системы. Сколько итераций нужно, чтобы получить решение с 10ю значащими цифрами?

4.

Вычислите следующий интеграл по  $n$ -мерному вектору  $\vec{x}$  (в бесконечных пределах) методом Монте-Карло:

$$\int \prod_{i=1}^n dx_i \frac{\exp(-\vec{x}^T A \vec{x})}{1 + x_1^2 + \dots + x_n^2},$$

где матрица  $A$  содержится в A4.

5.

Для целевого распределения  $\pi(x)$  и пропозиала  $q(x' \leftarrow x)$ , оператор перехода Метрополиса-Хастингса дается выражением

$$T(x' \leftarrow x) = q(x' \leftarrow x) \min \left\{ 1, \frac{\pi(x')q(x \leftarrow x')}{\pi(x)q(x' \leftarrow x)} \right\}.$$

Покажите, что этот оператор удовлетворяет критерию детального баланса.

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

1.

Рассмотрите матрицу

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Реализуйте следующие методы нахождения максимального собственного значения (стартовый случайный вектор):

- Степенная итерация
- Обратная итерация с  $\mu = 3.5$
- Обратная итерация с  $\mu = 3.7$

Сколько шагов  $k$  требуется в каждом случае для того, чтобы получить настоящий собственный вектор  $v$  с точностью  $\|v - v_k\|_2 < 10^{-3}$ ?

2.

Рассмотрите единичную массу, находящуюся при  $t = 0$  в точке  $x = 0$  в состоянии покоя  $v = 0$  и подверженную силе  $f_i$  при  $i - 1 < t \leq i$ , где  $i = 1, 2, \dots, 10$ . Пусть  $a = (x(t = 10), v(t = 10))$  – вектор, состоящий из координаты и скорости частицы в момент времени  $t = 10$ . Постройте матрицу  $A$  такую, что  $a = Af$  (заметьте, что  $A$  имеет размер  $2 \times 10$ ). Используя SVD разложение, найдите  $f$  минимальной нормы такое, что  $a = (1, 0)$ .

3.

Рассмотрите интегральное уравнение на функцию  $f(s)$ , где  $-1 \leq s \leq 1$ :

$$\frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} \frac{y(t)}{t-s} = \cos s$$

(здесь интеграл понимается в смысле главного значения), с дополнительным условием

$$\frac{1}{\pi} \int_{-1}^1 \frac{dt}{\sqrt{1-t^2}} y(t) = 0.$$

Решите это уравнение, используя квадратуру Чебышева-Гаусса. Постройте график решения как непрерывную функцию на заданном отрезке. Возможно, Вам понадобится следующее равенство:

$$\int_{-1}^1 \frac{1}{\sqrt{1-t^2}(s-t)} dt = 0.$$

4.

Рассмотрите вероятностную модель

$$v \sim \mathcal{N}(v|0, 3^2), \quad x_k|v \sim \mathcal{N}(x_k|0, e^v)$$

где  $k = 1, 2, \dots, 9$ . Совместное распределение данных случайных величин имеет вид

$$p(v, x_1, \dots, x_9) = \mathcal{N}(v|0, 3^2) \prod_{k=1}^9 \mathcal{N}(x_k|0, e^v)$$

Используя иерархичность такой структуры, сгенерируйте 50000 образцов из этого распределения. Сколько из образцов имеет  $v < -5$ ?

5.

Вектора  $x_4$  и  $y_4$  дают значения некоторой функции на равномерной сетке на отрезке  $[-0.75, 0.75]$ . Используя `scipy.optimize.curve_fit`, постройте интерполяцию функции  $y(x)$  функциями вида

$$y_1(x) = p_0 + p_1x + p_2x^2 + p_3x^3 + p_4x^4 + p_5x^5, \quad y_2(x) = \frac{p_0 + p_1x + p_2x^2 + p_3x^3}{1 + q_1x + q_2x^2}.$$

Какая из этих формул лучше описывает  $y(x)$  на заданном интервале? Постройте график экстраполяции  $y(x)$  за пределы исходных данных. Можете ли вы угадать аналитическое выражение для  $y(x)$ ?

### Пример тестового задания к модулю 3: Статистические методы и анализ данных

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

Домашнее задание, предлагаемое для самостоятельного решения обучающимся:

Придумать и описать практическую задачу, в которой могут быть использованы методы теории принятия решений. Задать функцию риска (с аргументацией, почему выбрана именно такая функция). Провести расчет и оценить пользу (выигрыш) лица, принимающего решения в результате правильного использования математического аппарата.

Придумать способ для оценки погрешностей эксперимента, результаты которого следуют распределению Коши. Рассмотреть возможность сложения полученного результата с результатами других измерений и написать распределение полученной величины.

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается доступностью литературы в облачном хранилище, доступ к которому имеют студенты. Для примеров и самостоятельной работы используется программное обеспечение с открытым исходным кодом. Материалы для самостоятельной работы также доступны в облачном хранилище.

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

Дайте определение вероятности (можно два).

Вы сдали 3 теста по коронавирусу, 2 отрицательных, 1 положительный, какая вероятность, что вы действительно больны? Процент ложноположительных результатов - 2%, ложноотрицательных - 8%. Число заболевших в России - 1 миллион.

Выполняется ли ЦПТ для распределения Коши? Как это можно проверить?

Что можно сказать, если интервальные оценки величин пересекаются?

Приведите условия использования критерия Стьюдента.

В чем заключается метод наименьших квадратов?

В каких случаях эффективность оценки хи-квадрат и оценки методом максимума правдоподобия будут отличаться? В какую сторону?

Могут ли быть случаи, когда можно сделать интервальную оценку, но нельзя точечную?

Что такое уровень достоверности доверительного интервала?

Опишите процедуру пояса достоверности Неймана.

Какие отличия между статистическими и систематическими погрешностями?

Всегда ли приборные погрешности являются систематическими?

Как можно улучшить статические погрешности?

Как можно улучшить систематические погрешности?

Каким образом складываются зависимые друг от друга погрешности?

Дайте определение информации Фишера и приведите пример ее использования.

Является ли критерий Пирсона всегда наилучшим?

Приведите как минимум один метод оптимизации функции и расскажи о его особенностях.

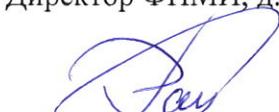
Когда целесообразно использовать методы Монте Карло, какие у них недостатки?

Как определяется точно численного интегрирования? Как улучшить эту точность?

Что такое период псевдослучайного генератора случайных чисел?

Согласовано

Директор ФПМИ, д.ф.-м.н.



А.М. Райгородский

## **Пояснительная записка к разработке и реализации дополнительной программы профессиональной переподготовки «Количественный финансовый аналитик»**

Программа переподготовки нацелена на финансовых аналитиков, количественных аналитиков, математиков, специалистов с техническим образованием. На тех, кто готов получить практический опыт решения задач и заинтересован в развитии карьеры в финансовом секторе. Программа познакомит с научными методами, применяемыми в количественном анализе, и даст понимание банковского бизнеса и глобальных рынков.

Целевая аудитория программы:

- Количественные аналитики, желающие повысить компетенции в области количественного анализа;
- специалисты, желающие переквалифицироваться в количественных финансовых аналитиков;

Задачи профессиональной переподготовки:

- совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности;
- ведение новой профессиональной деятельности с учетом новых технологий, подходов и способов мышления.

Для завершения программы слушателю необходимо выполнить аттестационную работу, где решить прикладную задачу с использованием изученных методов количественного анализа.

Программа будет построена по очному принципу с применением дистанционных технологий (с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий) в формате вебинаров, которые займут 380 ак.ч.

Преподавателями программы будут являться преподаватели МФТИ, имеющие опыт преподавания и консультирования по заявленным модулям, а также опыт практической работы в отечественных и/или зарубежных организациях в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания.

Взаимодействие со слушателями курса будет осуществляться дистанционно с помощью системы управления образовательным процессом (далее СДО – система дистанционного образования). Посредством СДО слушатели будут получать доступ к интерактивным лекциям в формате видеолекций. Контроль изучения этих материалов будет организован, как автоматически с помощью средств СДО, так и через тестовые задания. Дистанционный цикл будет проводиться одновременно для всех участников. Задания с открытым вариантом ответа будут проверяться преподавателями курса.

### **Составители программы:**

**Райгородский Андрей Михайлович**

Доктор физико-математических наук, директор ФПМИ МФТИ

**Благодарный Евгений Владимирович**

заведующий учебно-методической лабораторией инноватики

**Иванова Анастасия Сергеевна**

руководитель проектов учебно-методической лаборатории инноватики ФПМИ

Директор ФПМИ, д.ф.-м.н.



А.М. Райгородский

**КВАЛИФИКАЦИЯ И ОПЫТ ПРИВЛЕКАЕМОГО ПРЕПОДАВАТЕЛЬНОГО СОСТАВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ «Количественный финансовый аналитик»**

<p><b>Ф.И.О.</b> лектора, год рождения</p>	<p><b>Информация об образовании,</b> полученном в соответствии с образовательными программами высшего профессионального образования, дополнительного профессионального образования (в т.ч. о наличии званий и ученых степеней) и т.д.</p>	<p><b>Место работы, занимаемая должность в настоящей момент, общий трудовой стаж, педагогический стаж</b></p>	<p><b>Опыт преподавания и консультирования по предмету, согласующемуся с направлением лота (перечислить), преподавательский стаж</b></p>	<p><b>Наличие опыта практической работы в отечественных и зарубежных организациях в сфере деятельности, совпадающей с направлением преподавания</b></p>
<p>Нозик Александр Аркадьевич</p>	<p>Высшее образование - специалитет, магистратура, специальность: Прикладные математика и физика, квалификация: Магистр, ФГАОУ ВО "Московский физико- технический институт (национальный исследовательский университет)"  Дополнительное профессиональное образование, курс: Использование ЭИОС, ЭБС и средств ИКТ в образовательном процессе, ФГАОУ ВО "Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)"</p>	<p>Должность: Заместитель руководителя группы Лаборатории методики ядерно-физического эксперимента Общий стаж: 18 года Педагогический стаж: 9 лет</p>	<p>Преподавательский стаж: 9 лет</p>	<p>Сотрудник ИЯИ РАН, Google developer expert in Kotlin, Team lead at JetBrains Research, Директор Центра Научного программирования</p>