**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет бизнес-информатики

отделение прикладной математики и информатики

**Программа дисциплины**

**«Математические модели в деятельности банка»**

для направления 010400.68 «Прикладная математика и информатика»

подготовки магистра

Автор программы:

Пеникас Г.И.

Одобрена на заседании кафедры высшей математики департамента математики факультета экономики 2014 г.

Зав. кафедрой Ф.Т. Алескеров

Москва, 2014

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.*

# Аннотация к курсу

Курс «Математические модели в деятельности банка» освещает существующие в банках модели, разработанные для решения задач, которые связаны с принимаемыми банками рисками. Поэтому основной фокус курса сделан на моделях управления рисками. Для задания контекста студентам излагаются принципы ключевых международных документов, регулирующих деятельность банков и описывающие подходы к управлению рисками, а именно соглашений, опубликованных Базельским комитетом по банковскому надзору: Базель II и Базель III.

В рамках курса рассматриваются модели управления рисками, отмеченными в Базель II: кредитный, рыночный, операционный, агрегированный (или экономический капитал); а также модели, соответствующие Базель III и направленные на оценку риска ликвидности и определения оптимального мотивационного контракта для сотрудников банков, принимающих риски.

Поскольку курс рассматривает математические модели, соответствующие требованиям соглашений Базель II и III, он является особенно актуальным в свете высокой активности Банка России по внедрению данных соглашений в России.

Поэтому после освоения курса студенты будут владеть навыками анализа и построения математических моделей, соответствующих как требованиям международных документов Базель II и III, так и их российских версий, изданных Банком России: Базель II – письма 192-Т от 29.12.12 и 96-Т от 29.06.11; Базель III – положение 395-П от 28.12.12; и письма 142-Т от 30.07.13 и 193-Т от 29.12.12.

Курс читается студентам магистратуры 2-ого года обучения по направлению «Прикладная математика и информатика» в первом и втором модулях; включает 64 аудиторных часа, одно домашнее задание в виде эссе и две письменные работы (зачетная и экзаменационная).

# 1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины «Математические модели в деятельности банка» устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления 010400.68 «Прикладная математика и информатика», обучающихся по магистерской программе «Математическое моделирование», специализация "Анализ и принятие решений", изучающих дисциплину «Математические модели в деятельности банка».

Программа разработана в соответствии с:

* Рабочим учебным планом университета по направлению 010400.68 «Прикладная математика и информатика» подготовки магистра, утвержденным 16 июля 2012 г.

# 2. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Математические модели в деятельности банка» является освоение студентами базовых конструкций, лежащих в основе управления банков, с особенным акцентом на сферу управления принятыми банком рисками.

В курсе рассматривается ряд фундаментальных математических моделей, используемых в деятельности банка; описываются основные документы, в соответствии с принципами которых строятся данные модели. Основными такими документами являются международные соглашения, регулирующие деятельность банков – Базель II и III. Отдельное внимание уделяется математическим моделям управления персоналом, принимающим риски.

Актуальность курса определена высоким приоритетом, который Банк России установил для задачи внедрения стандартов Базель II и III в российской банковской системе.

# 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

*Знать:* теоретические основы современных математических моделей в деятельности банка; ограничения и недостатки данных моделей; результаты актуальных исследований, развивающих существующие модели и направленные на устранение указанных недостатков; область применения математических моделей и ее ограничение; основные определения рисков (кредитного, рыночного, операционного, ликвидности); требования Базель II и III в отношении банков как на международном уровне, так и в российском контексте.

*Уметь:* обрабатывать и преобразовывать при необходимости данные, лежащие в основе математических моделей оценки риска; рассчитывать меру кредитного, рыночного, операционного рисков; оценивать достаточность капитала банка; проверять (валидировать) построенные модели оценки рисков; оценивать параметры оптимальных мотивационных контрактов в математической модели управления сотрудниками, принимающими риски.

*Владеть:* терминологией Базель II и III; методами, используемыми при оценке риска (оценка границы потерь, ожидаемого превышения границы потерь, дискриминантного анализа).

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

| Компетенция | Код по ФГОС/ НИУ | Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата) | Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции |
| --- | --- | --- | --- |
| Системные | СК-1 | Способен рефлексировать (оценивать и перерабатывать) освоенные научные методы и способы деятельности | Стандартные (лекционно-семинарские) |
| Системные | СК-6 | Способен анализировать, верифицировать, оценивать полноту информации в ходе профессиональной деятельности, при необходимости восполнять и синтезировать недостающую информацию | Стандартные (лекционно-семинарские) |
| Профессиональные | ПК-10 | Способен анализировать и воспроизводить смысл междисциплинарных текстов с использованием языка и аппарата прикладной математики | Стандартные (лекционно-семинарские) |
| Профессиональные | ПК-14 | Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, используя язык и аппарат прикладной математики при решении междисциплинарных проблем | Стандартные (лекционно-семинарские) |
| Профессиональные | ПК-17 | Способен строить и решать математические модели в соответствии с направлением подготовки и специализацией. | Стандартные (лекционно-семинарские) |
| Профессиональные | ПК-18 | Способен понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат | Стандартные (лекционно-семинарские) |

# 4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу специальных дисциплин и блоку дисциплин, обеспечивающих подготовку магистров по направлению 010400.68 «Прикладная математика и информатика».

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

* Теория вероятностей и математическая статистика;
* Методы оптимальных решений;
* Многомерный статистический анализ;
* Теория игр;
* Введение в банковское дело;

Для освоения учебной дисциплины, студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

* необходимо знать основы теории вероятностей и методов оптимизации;
* владеть методами теории игр, в частности моделирование взаимодействия нескольких агентов и анализ функций реакции;
* владеть методами моделирования распределений случайных величин и методами дискриминантного анализа;
* владеть базовой терминологией и методами указанных дисциплин;
* владеть навыками реализации в программных пакетах (в частности, в R, Stata, Excel) указанных выше методов;

# 5. Тематический план учебной дисциплины

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Перечень тем (разделов)** | **Всего часов** | **Аудиторные часы** | **Самост. работа**  |
|
| **Лек.** | **Практ. занятия** |
| 1 | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | Введение. Основные формы финансовой отчетности. | 3 | 1 | 0 | 2 |
| 2 | Введение в управление рисками. | 10 | 2 | 2 | 6 |
| 3 | Введение в банковское регулирование. | 4 | 1 | 0 | 3 |
| 4 | Финансовое моделирование деятельности банка. | 25 | 2 | 8 | 15 |
| 5 | Базель II. Компонента 1. Кредитный риск. | 15 | 4 | 2 | 9 |
| 6 | Базель II. Компонента 1. Рыночный риск. | 20 | 4 | 4 | 12 |
| 7 | Базель II. Компонента 1. Операционный риск. | 5 | 2 | 0 | 3 |
| 8 | Базель II. Компонента 1. Агрегирование рисков. | 20 | 4 | 4 | 12 |
| 9 | Базель II. Компонента 2. Экономический капитал. | 15 | 2 | 4 | 9 |
| 10 | Базель II. Компонента 2. Стресс-тестирование. | 5 | 2 | 0 | 3 |
| 11 | Базель III. Риск ликвидности. | 5 | 2 | 0 | 3 |
| 12 | Базель III. Буферы капитала. | 10 | 2 | 2 | 6 |
| 13 | Базель III. Корректировка оценки кредитного риска. | 15 | 2 | 4 | 9 |
| 14 | Корпоративное управление. | 5 | 2 | 0 | 3 |
| 15 | Оценка эффекта от управления рисками. | 5 | 0 | 2 | 3 |
|  | **ИТОГО** | **162** | **32** | **32** | **98** |

# 6. Формы контроля знаний студентов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип контроля | Форма контроля | 1 год | Кафедра | Параметры \*\* |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Текущий(неделя) | Домашнее задание | 4 |  |  |  |  | Эссе |
| Промежуточный | Зачет | \* |  |  |  |  | Письменная работа, 80 минут |
| Итоговый | Экзамен |  | \* |  |  |  | Письменная работа, 80 минут |

## Критерии оценки знаний, навыков

Для прохождения контроля студент должен знать основные математические модели, используемые в деятельности банка, уметь строить и оценивать формализованные математические модели, описывающие реальные ситуации, оценивать данные, выявлять закономерности в них, визуализировать результаты анализа данных, применять данные модели в реальных задачах, с которыми сталкиваются управляющие банком.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Эссе готовится на основе консультационного документа регулирующего органа, открытого для обсуждения.

В эссе должны быть выделены такие части, как:

* Аннотация (не более 100 слов).
* Описание предлагаемых регулятивных мер или изменений (2-3 страницы);
* Рассмотрение существующей практики и исследований по теме (2-3 страницы);
* Критический анализ предлагаемых мер и изменений (не более 5 страниц).
	+ При анализе приветствует предложение математической модели и исследование данных, обосновывающих позицию автора.
* Ключевые выводы автора (не более 1 страницы).

При анализе документов не рекомендуется подчеркивать, насколько корректно сделанное предложение, если автор с ним согласен. При ссылке на положения документа необходимо указывать параграф и страницу, к которым наиболее близко относится комментарий.

Эссе готовится на русском языке, приветствуется использование 12 шрифта и полуторного интервала.

Задания зачета и экзамена состоят из задач, эквивалентных или аналогичных тем, которые обсуждались и разбирались на лекциях. На написание зачетной и экзаменационной контрольных работ дается по 80 мин.

Любой факт списывания, отмеченный преподавателем, приведет к получению оценки «1» (единица) за данную работу.

## Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает активность студентов на практических занятиях. Накопленная оценка за данную работу по 10-ти балльной шкале определяется перед итоговым контролем - *Оауд*.

В первом модуле оценивается домашняя работа студентов. Полученная оценка учитывается в оценке за промежуточный контроль – *ОД/з*.

В диплом выставляется результирующая оценка по учебной дисциплине, которая формируется по следующей формуле:

*Орезульт =0,1 ·* О*ауд* + *0,2· ОД/з*  + *0,3*·*Озачет* + *0,4*·*Оэкзамен,*

где *Озачет* – оценка за зачетную письменную работу по окончании первого модуля, *Оэкзамен* – оценка за итоговую экзаменационную письменную работу.

Способ округления результирующей оценки по учебной дисциплине: арифметический. На пересдаче студенту не предоставляется возможность получить дополнительный балл для компенсации оценки за текущий контроль.

# 7. Содержание дисциплины

**Лекция 1. Введение. Основные формы финансовой отчетности.**

Введение. Место математических моделей в управлении рисками банка. Стандарты отчетности. Основные отчетные формы. Основные элементы баланса и отчета о прибылях и убытках. Виды ценных бумаг. Капитал. Регулятивный и экономический.

**Лекция 2. Введение в управление рисками.**

Меры риска: граница потерь, ожидаемое превышение границы потерь, искажающая мера риска, спектральная мера риска (value-at-risk, expected shortfall, distortion, spectral). Параметрические и непараметрические способы оценки рисков. Положение о риск-аппетите. Риск-аппетит (risk appetite) и терпимость к риску (risk tolerance).

**Лекция 3. Введение в банковское регулирование.**

История банковского регулирования. Основные регулирующие органы и документы. Базельское соглашение. Сроки внедрения в России

**Лекция 4. Финансовое моделирование деятельности банка.**

Финансовая структура банка. Центры финансовой ответственности. Модель внутрибанковского ценообразования. Трансфертное ценообразование (FTP). Ценообразование с учетом ликвидности (LTP).

**Лекция 5. Базель II. Компонента 1. Кредитный риск.**

Параметры кредитного риска (определение PD / LGD / EAD / M / S ). Расчет RR, downturn LGD. Моделирование EAD, розничные требования, CCF. Ожидаемые и непредвиденные риски, признание в PL / K. Основные формулы расчета RWA (модель корреляции Васичека). Модели внутренних рейтингов. Понятие низкодефолтных контрагентов. Показатели качества моделей: powerstat; accuracy ratio (AR).

**Лекция 6. Базель II. Компонента 1. Рыночный риск.**

Виды рыночного риска. Способы оценки рыночного риска. Риск рыночной ликвидности. Управление рыночным риском. Определение оптимальных валютных позиций и разрывов ликвидности. Хеджирование.

**Лекция 7. Базель II. Компонента 1. Операционный риск.**

Виды бизнес-линий. Типы операционных рисков. Основные подходы к операционных рисков: базовый индикативный подход, стандартный подход, продвинутый метод измерения.

**Лекция 8. Базель II. Компонента 1. Агрегирование рисков.**

Способы агрегирования. Копулы как модели агрегирования негауссовских совместных распределений. Оценка копул. Определение момента структурного сдвига в копуле.

**Лекция 9. Базель II. Компонента 2. Экономический капитал.**

Экономический капитал и внутренние процедуры оценки достаточности капитала (ВПОДК). Принцип пропорциональности. Определение резервов (динамическое резервирование). Определение лимитов. Установление надбавки за риск. Распределение капитала.

**Лекция 10. Базель II. Компонента 2. Стресс-тестирование.**

Анализ чувствительности. Сценарный анализ. Обратное стресс-тестирование. Планы самооздоровления и ликвидации.

**Лекция 11. Базель III. Риск ликвидности.**

Существующие и новые стандарты ликвидности (liquidity coverage ratio, LCR; net stable funding ratio, NSFR). Система мониторинга риска внутридневной ликвидности.

**Лекция 12. Базель III. Буферы капитала.**

Буферы капитала: аккумулирующий; контрциклический (проблема процикличности; подходы оценки параметров риска point-in-time (PIT), through-the-cycle (TTC)); системно-значимых банков (глобальных; национальных).

**Лекция 13. Базель III. Корректировка оценки кредитного риска.**

Оценка справедливой стоимости деривативов. Credit/debit valuation adjustment. Оценка требований к капиталу под обязательства центральных контрагентов.

**Лекция 14. Корпоративное управление.**

Три линии защиты. Роль внутреннего аудита. Модели мотивации персонала.

**Лекция 15. Оценка эффекта от управления рисками.**

Оценка стоимости банка. Модель Эдвардса-Белла-Олсона.

# 8. Образовательные технологии

Занятия по курсу проходят в форме лекций и семинаров, с элементами живого обсуждения, что требует хорошей самостоятельной подготовки студентов, которую следует мотивировать домашними заданиями. Студенты должны быть строго ориентированы на самостоятельное овладение вопросами дисциплины и самостоятельное выполнение заданий, предусмотренных данным курсом. Самостоятельная работа студентов является важнейшей частью их занятий по данному курсу.

Домашнее задание (эссе) выполняется студентами индивидуально.

Перед зачетом может быть проведена установочная консультация в часы и дни, согласованные с деканатом. Время проведения установочной консультации доводится до студентов учебной частью деканата.

# 9. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

## 9.1. Примеры заданий промежуточного /итогового контроля

1. По доступным данным финансовой отчетности российского банка на заданную дату рассчитайте следующие показатели:
	* Доходность на капитал;
	* Показатель финансового рычага;
	* Достаточность капитала по требованиям Базель I;
	* Достаточность капитала по требованиям Базель II;
2. Перечислите основные свойства копул и т-норм; обоснуйте, является ли следующая копулу т-нормой:
	* Копула Кодраса-Оже: 

## 9.2 Примерные вопросы для оценки качества освоения дисциплины

1. Опишите существующие подходы к оценке кредитного риска в банках.
2. Опишите существующие подходы к оценке рыночного риска в банках.
3. Опишите существующие подходы к оценке операционного риска в банках.
4. Опишите существующие подходы к оценке риска ликвидности в банках.
5. Опишите существующие подходы к агрегированию рисков в банках.
6. Опишите основные отчетные формы кредитной организации и принципы финансового моделирования процедур стресс-тестирования на основе их.
7. Опишите существующие и предполагаемые к введению уровни достаточности капитала, прокомментируйте основания создания основных буферов капитала.
8. Опишите принципы построения оптимального мотивационного контракта, связывающего уровень вознаграждения с принятым риском.
9. Опишите существующие подходы к измерению рисков, включая преимущества и недостатки возможных к применению мер риска.
10. Опишите принципы практического применения моделей оценки кредитного риска, включая определение резервов, лимитов и надбавки за риск.

# 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

## 10.1. Базовый учебник

1. Алескеров Ф.Т., Андриевская И.К., Пеникас Г.И., Солодков В.М. Анализ математических моделей Базель II. М.: Физматлит, 2013 (второе издание).

## 10.2. Основная литература

1. Бродский Б.Е., Сафарян И., Пеникас Г.И. Обнаружение структурных сдвигов в моделях копул // Прикладная эконометрика, 2009. Т. 16. № 4. C. 3—15.
2. Жаров Д. Финансовое моделирование. М.: Альпина, 2008.
3. Кучинский К.А., Пеникас Г.И. Риск рыночной ликвидности: вопросы практической оценки // Банковское дело, 2007. № 11. C. 74—80.
4. Никитин А.А., Пеникас Г.И., Семенова М.В. Анализ предложений по корректировке капитала на изменение собственного кредитного риска // Банковское дело, 2012. № 4. C. 58—62.
5. Пеникас Г.И. Анализ рекомендаций по разработке плана финансового оздоровления // Банковское дело, 2012. № 7. C. 8—10
6. Пеникас Г.И. Интеграция бизнеса: принципы построения бюджетной модели новой организации // В кн.: Сборник трудов междисциплинарного научно-практического семинара "Экономика ИТ и инноватика: интеграция бизнеса и процессов". Санкт-Петербург: Сб.: Издательство Политехнического университета, 2011, с. 158 - 166.
7. Пеникас Г.И. Модели "копула" в задачах хеджирования ценового риска // Прикладная эконометрика, 2011. № 2 (22). C. 3—21.
8. Пеникас Г.И. Модели «копула» в приложении к задачам финансов // Журнал Новой экономической ассоциации, 2010. № 7. C. 24—44.
9. Пеникас Г.И. Модели «копула» в управлении валютным риском банка // Прикладная эконометрика, 2010. Т. 17. № 1. C. 62—87.
10. Пеникас Г.И., Андриевская И.К., Львов Н.П., Малков Е.С. Анализ предложений по резервированию капитала по сделкам с центральными контрагентами // Банковское дело, 2012. № 2. C. 18—24.
11. Пеникас Г.И., Симакова В.Б. Управление процентным риском на основе копулы-GARCH моделей // Прикладная эконометрика, 2009. Т. 13. № 1. C. 3—36.
12. Пильник Н.П., Андриевская И.К., Пеникас Г.И. Моделирование динамики рисков по Базелю II // Банковское дело, 2010. № 11. C. 66—71.

## 10.3. Дополнительная литература

1. Basel III: A global regulatory framework for more resilient banks and banking systems. BCBS. 2010. URL: http://www.bis.org/publ/bcbs189.pdf
2. Basel III: International framework for liquidity risk measurement, standards and monitoring. BCBS. 2010. URL: http://www.bis.org/publ/bcbs188.pdf
3. FAST modeling standard. 2010. URL: http://www.fast-standard.org/document/FAST01a.pdf
4. Fundamental review of the trading book - consultative document. BCBS. 2012. URL: http://www.bis.org/publ/bcbs219.htm
5. Grant J. Liquidity transfer pricing: a guide to better practice. FSI Occasional Paper No. 10. 2010. URL: http://www.bis.org/fsi/fsipapers10.pdf
6. Hasan I., Zazzara C. Pricing risky bank loans in the new Basel II environment. BOFIT Research Discussion Paper 3. 2006. URL: http://ssrn.com/abstract=1010588
7. Implementing Robust Risk Appetite Frameworks to Strengthen Financial Institutions. Institute of International Finance. 2011. URL: http://iif.com/download.php?id=C8DcxMu26Hk=
8. International Financial Reporting Standards. International Accounting Standards Board. London. 2009.
9. Koller T., Goedhart M., Wessels D. Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies, Fourth Edition. McKinsey & Company Inc. 2006.
10. Monitoring indicators for intraday liquidity management. BCBS. 2012. URL: http://www.bis.org/publ/bcbs225.htm
11. Ohlson J.A. Earnings, Book Values, and Dividends in Equity Valuation // Contemporary Accounting Research. Vol. 11 No. 2. 1995. P. 661 – 687.
12. Penikas H. An Optimal Incentive Contract Preventing Excessive Risk-Taking by a Bank Manager. FE "Financial Economics", Высшая школа экономики, 04/2012. -13 с.
13. Penikas H., Titova Y. Modeling policy response to global systemically important banks regulation. FE "Financial Economics", Высшая школа экономики, 04/2012. -25 с.
14. Results from the 2008 Loss Data Collection Exercise for Operational Risk. BIS. 2009. URL: http://www.bis.org/publ/bcbs160a.pdf
15. Strassberger M. Risk Limit Systems and Capital Allocation in Financial Institutions // Banks and Bank Systems, Vol. 1, No. 4, 2006, pp. 22 - 37.
16. The Role of Internal Auditing in Enterprise-Wide Risk Management. Institute of Internal Auditors Position Paper. 2009. URL: www.theiia.org/download.cfm?file=62465
17. Tumasyan H. RAPM, funds transfer pricing and risk capital // International Journal of Services Sciences, Vol. 2, No. 1, 2009, pp. 83 - 97.
18. Vasicek O. The Distribution of Loan Portfolio Value // Risk. 2002.

Разработчик:

Департамент прикладной экономики

на факультете экономики НИУ ВШЭ, доцент, к.э.н. Г.И.Пеникас