

Т.Ф. Пепеляева

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Пермь, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИБЫЛИ КОММЕРЧЕСКОГО БАНКА С ПОМОЩЬЮ РЕГРЕССИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Предложен механизм прогнозирования основных статей баланса и прогнозного отчета о прибылях и убытках с помощью однофакторных и многофакторных регрессионных моделей. Корреляционно-регрессионная модель использована при планировании величины прибыли коммерческого банка в зависимости от структуры активов и пассивов банка. Проверка адекватности модели осуществлялась с использованием F -критерия Фишера. Определение значимости коэффициентов регрессии осуществлялось с помощью F -критерия Фишера. Составлены прогнозный баланс и прогнозный отчет о прибылях и убытках коммерческого банка.

Ключевые слова: регрессионная модель, прибыль банка, прогнозирование, статья баланса, F -критерий Фишера.

T.F. Pepelyaeva

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

FORECASTING OF PROFIT OF COMMERCIAL BANK BY MEANS OF REGRESSION MODELS

The mechanism of forecasting of basic articles of balance and the look-ahead report on profits and losses by means of one-factorial and multiple-factor regression models is offered. The Korreljatsionno-regressionnaja model is used at planning of size of profit of commercial bank depending on structure of actives and bank passives. Check of adequacy of model was carried out with use – Fisher's criterion. Definition of the importance of factors of regress was carried out with the help – Fisher's criterion. The look-ahead balance and the look-ahead report on profits and losses of commercial bank is made.

Keywords: regression model, bank profit, forecasting, balance article, Fisher's criterion.

В банковской сфере многие экономические вопросы можно свести к задачам математического программирования и найти оптимальные решения. Математические модели использовались с исследовательскими целями известными учеными: Р. Солоу, В. Леонтьев, Д. Хикс, П. Самуэльсон и другими. В России большой вклад в моделирование экономики внесли Е.Е. Слуцкий, В.К. Дмитриев, Л.В. Канторович, С.С. Шаталин и другие [1].

Применение в банковской практике математических моделей позволяет пересмотреть известные методы экономического анализа, использовать значительно большее количество информации, углубить количественный экономический анализ, производить многовариантные решения. Использование математического моделирования в банковской сфере является эффективным и актуальным [2, 3, 4].

Современные математические методы и модели опираются на аппарат прикладной математики, хорошо разработанные методы математического программирования, теорию принятия решений. Эта теория позволяет анализировать возможные способы действия в целях нахождения банковских стратегий, обеспечивающих оптимальные результаты управления деятельностью кредитной организации. К таким методам относится построение моделей, описывающих корреляционно-регрессионные зависимости результата деятельности от независимых факторов [5].

Как известно, прибыль банка находится в зависимости от структуры его активов и пассивов. Задача определения меры влияния факторов на конечный результат – прибыль коммерческого банка – может быть решена с помощью многофакторных корреляционно-регрессионных моделей. Известно, что корреляционно-регрессионный анализ дает возможность количественно выразить влияние отобранных факторов на результативный показатель. Кроме того, зная уравнение множественной регрессии и задаваясь определенными значениями факторов, можно предсказать значение функции и, следовательно, управлять анализируемым показателем. Более того, эти модели позволяют оценить работу банков с точки зрения их финансовых возможностей [6, 7].

Проведен многофакторный анализ прибыльности банка. Исходными данными при построении трендов являлась отчетность коммерческого банка, бухгалтерский баланс и отчет о прибылях и убытках (ОПиУ) за последние 5 лет. Для построения более точных функциональных зависимостей анализировались поквартальные значения отчетности.

Первым этапом построения регрессионных моделей является представление данных в виде, удобном для анализа. Поскольку ОПиУ содержит поквартальные значения нарастающим итогом в пределах года, определяется прирост значений дохода и расхода за каждый квартал.

Для отбора наиболее значимых факторных признаков была построена матрица парных коэффициентов корреляции. Ее анализ показал, что между факторными признаками существует сильная зависимость.

Были построены разные типы регрессионных моделей, описывающих зависимость прибыли от четырех факторных признаков: работающих и неработающих активов, средств физических и юридических лиц. Наилучший результат показали линейная ($R^2 = 0,8$) и экспоненциальная ($R^2 = 0,69$) модели. Наиболее близкое к единице значение коэффициента детерминации дает линейная регрессионная модель.

Таким образом, уравнение линейной множественной регрессии прибыли имеет вид

$$\bar{Y}_{1,2,3,4} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4,$$

где $\bar{Y}_{1,2,3,4}$ – теоретическое значение прибыли коммерческого банка, полученное в результате подстановки соответствующих значений факторных признаков в уравнение регрессии; a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 – параметры модели (коэффициенты регрессии); x_1, x_2, x_3, x_4 – факторные признаки: x_1 – работающие активы; x_2 – неработающие активы; x_3 – средства юридических лиц; x_4 – средства физических лиц.

Получено уравнение многофакторной связи прибыли в виде:

$$\bar{Y}_{1,2,3,4} = -267022,8 - 0,007x_1 - 0,021x_2 - 0,004x_3 + 0,03x_4.$$

Графическое отображение аппроксимации представлено на рис. 1.



Рис. 1. Аппроксимация с помощью линейной регрессионной модели

Проверка адекватности всей модели осуществлялась с использованием F -критерия Фишера.

Определение значимости коэффициентов регрессии осуществлялось с помощью t -критерия Стьюдента.

Полученную функцию предлагается использовать как целевую функцию оптимизационной модели.

В качестве ограничений предлагается использовать:

1. Технологические ограничения, которые отражают пределы допустимых изменений суммарных остатков отдельных групп активов и пассивов с точки зрения конъюнктуры рынка, возможностей и потребностей банка. Это ограничения на максимальный и минимальный размер факторов модели, которые могут быть достигнуты в прогнозируемый период исходя из остатка на предыдущий момент времени и значения, получаемого на основе прогнозной модели для соответствующего актива или пассива.

2. Ограничения, которые формируют устойчивость банка (нормативы, определяемые Банком России или определяемые кредитной организацией иные ограничения), и определенные показатели эффективности работы, связывающие переменные целевой функции соотношениями разного вида.

Исходя из перечня факторов, учитываемых в регрессионной модели планирования прибыли, и имеющихся исходных данных предлагается заложить в модель следующие ограничения:

- коэффициент работоспособности активов на уровне 0,91;
- коэффициент клиентской базы на уровне от 0,5 до 0,7;
- коэффициент эффективного использования привлеченных ресурсов более 0,9;
- рентабельность работающих активов более 4 %.

Цифровые значения данных ограничений устанавливаются на уровне нормативных значений, фактически сложившихся или требуемых кредитной организацией значений.

Цель – построение структуры активов и пассивов, способствующей увеличению прибыли с учетом возможностей банка, а также ограничений, обеспечивающих устойчивость и определенные показатели эффективности.

Таким образом, модель принимает вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_{1,2,3,4} = -267022,8 - 0,0007x_1 - 0,021x_2 - 0,004x_3 + 0,031x_4 \rightarrow \max, \\ 43244188,94e^{0,08(t-1)} \leq x_1 \leq 43244188,94e^{0,08t}, \\ 897904,01(t-1) + 3415089,03 \leq x_2 \leq 897904,01t + 3415089,03, \\ 2741127,51(t-1) + 1788152,13 \leq x_3 \leq 2741127,51t + 1788152,13, \\ 3676774,55(t-1) + 25487071,55 \leq x_4 \leq 3676774,55t + 25487071,55, \\ 0,8 \leq \frac{x_1}{x_1 + x_2} \leq 0,92, \\ 0,5 \leq \frac{x_3 + x_4}{x_1 + x_2} \leq 0,7, \\ \frac{x_1}{x_3 + x_4} \geq 0,9, \frac{\hat{Y}_{1,2,3,4}}{x_1} \geq 0,04. \end{array} \right.$$

Следует отметить, что при заданных ограничениях не всегда может быть найдено решение. Например, при нахождении оптимального значения прибыли на 4-й квартал 2011 г. отсутствует решение задачи нахождения оптимальной структуры активов и пассивов при данных ограничениях. В данном случае необходимо расширять диапазон возможных значений факторов или ограничений.

Модель на 4-й квартал 2011 г. выглядит следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_{1,2,3,4} = -267022,8 - 0,0007x_1 - 0,021x_2 - 0,004x_3 + 0,031x_4 = 226760, \\ 272288688 \leq x_1 \leq 309715155, \\ 24066881 \leq x_2 \leq 24964785, \\ 64834085 \leq x_3 \leq 67575212, \\ 110052886 \leq x_4 \leq 113729661, \\ 0,8 \leq \frac{x_1}{x_1 + x_2} \leq 0,92, \\ 0,5 \leq \frac{x_3 + x_4}{x_1 + x_2} \leq 0,7, \\ \frac{x_1}{x_3 + x_4} \geq 0,9, \frac{\hat{Y}_{1,2,3,4}}{x_1} \geq 0,04. \end{array} \right.$$

Спланируем величину прибыли коммерческого банка с помощью полученного уравнения на 2012–2016 гг., используя значения x_1, x_2, x_3, x_4 , ожидаемые в прогнозный период.

Планирование начинается с прогноза структуры активов и пассивов баланса.

Прогноз показателя баланса «Работающие активы» (переменная x_1)

Переменная x_1 имеет тенденцию роста (временной фактор влияет на формирование величины x_1). Анализ данных показал, что при построении линии тренда можно использовать линейную или экспоненциальную функцию. Параметры функции определяются с помощью метода наименьших квадратов. В качестве критерия оценки качества модели используется коэффициент детерминации R^2 , нормированный от 0 до 1. Графическое отображение линий тренда, а также функции и коэффициент детерминации представлены на рис. 2.

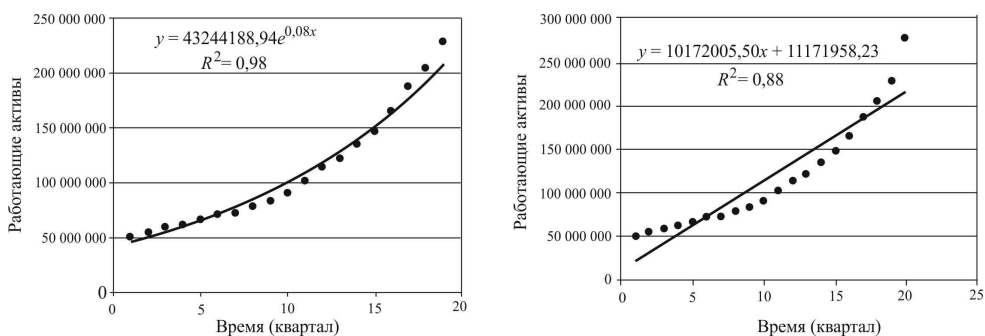


Рис. 2. Регрессионная модель зависимости размера работающих активов от времени

Для прогнозирования величины работающих активов используется экспоненциальная функция $x_1 = 43244188,94e^{0,08t}$, так как она обеспечивает более высокое значение коэффициента детерминации, чем линейная модель.

Распределение работающих активов по статьям проводится в соответствии с долей ссуд юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, физическим лицам и банкам в общей сумме работающих активов. Результат расчета долей представлен в таблице.

Доля активов в общей сумме работающих активов

Показатель	Доля актива
Доля ссуд юридическим лицам в общей сумме работающих активов	0,6421
Доля ссуд физическим лицам в общей сумме работающих активов	0,2788
Доля ссуд банкам в общей сумме работающих активов	0,0001
Доля вложений в ценные бумаги в общей сумме работающих активов	0,0212
Доля расчетов в системе коммерческого банка в общей сумме работающих активов	0,0579

Прогноз показателя баланса «Неработающие активы» (переменная x_2)

Переменная x_2 также имеет тенденцию роста (временной фактор влияет на формирование величины x_2). Зависимость величины неработающих активов описывается уравнением линейной регрессии $x_2 = 897904,01t + 3415089,03$, которое обеспечивает значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,82$ (рис. 3).

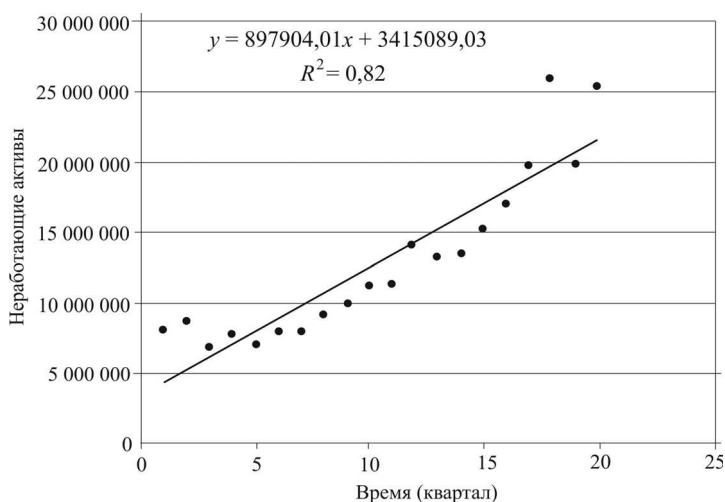


Рис. 3. Регрессионная модель, описывающая изменение неработающих активов

Прогноз показателя «Средства юридических лиц» (переменная x_3)

Переменная x_3 также имеет тенденцию роста (временной фактор влияет на формирование величины x_3). Зависимость размера средств юридических лиц описывается уравнением линейной регрессии

$x_3 = 2741127,51t + 1788152,13$, которое обеспечивает значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,80$ (рис. 4).

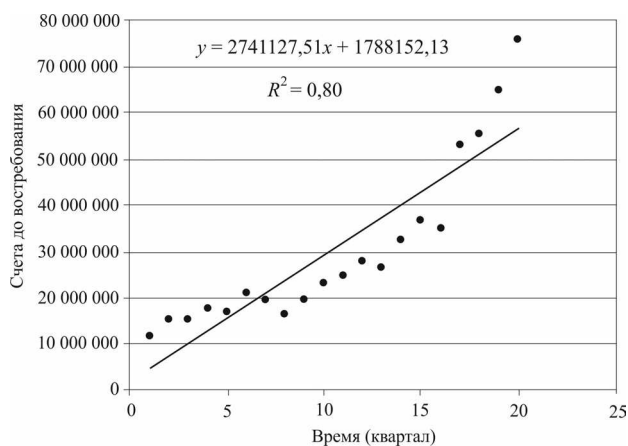


Рис. 4. Регрессионная модель зависимости размера средств юридических лиц от времени

Прогноз показателя «Средства физических лиц» (переменная x_4)

Переменная x_4 также имеет тенденцию роста (временной фактор влияет на формирование величины x_4). Зависимость размера средств физических лиц описывается уравнением линейной регрессии $x_4 = 3676774,55t + 25487071,55$, которое обеспечивает значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,97$ (рис. 5).

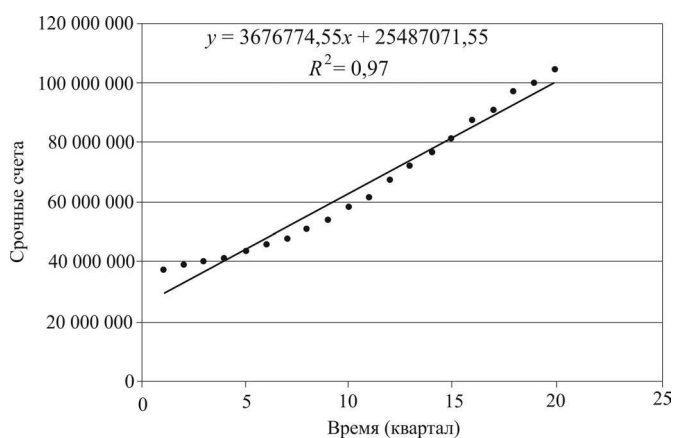


Рис. 5. Регрессионная модель зависимости размера средств физических лиц от времени

Итак, получены регрессионные модели для прогнозирования факторов, используемых при планировании величины прибыли. Следующим этапом является получение прогнозного значения дохода с использованием экспоненциального уравнения $y = 1989640,63e^{0,07x}$, где y – доход, x – фактор времени (рис. 6).

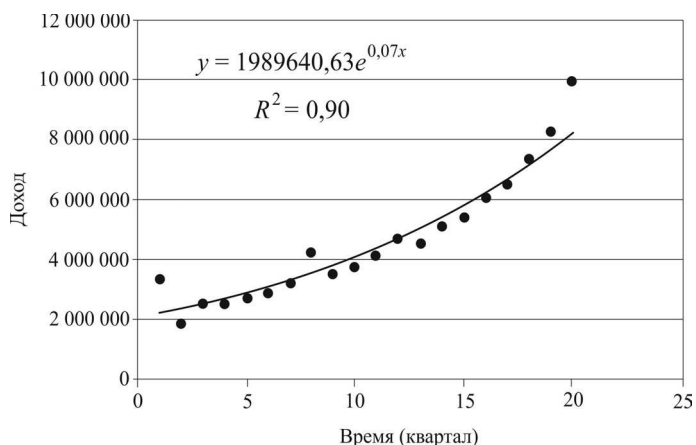


Рис. 6. Фактические и оценочные значения дохода

Расход находим как разность между прибылью и доходом. В результате получаем тот расход, который банк «может себе позволить» с учетом возможного роста доходов и планируемой прибыли. Прогнозные значения дохода, расхода и прибыли переносятся в прогнозный отчет о прибылях и убытках и начинается постатейное определение доходов и расходов.

Распределение прогнозных значений дохода по статьям. На данном этапе проводится анализ, в какой пропорции распределяются статьи дохода относительно совокупной величины дохода. Доля доходов от кредитования в совокупной величине дохода начиная с 2005 г., вышла на некоторый средний уровень, равный 77 % (рис. 7).

Доля доходов от комиссии находится как среднее значение отношения $\frac{\text{Доход от комиссии}}{\text{Доход}} \cdot 100\%$ за последние 3 года, которое составляет 19 %. Доля прочих доходов определяется как среднее значение отношения $\frac{\text{Прочие доходы}}{\text{Доходы}} \cdot 100\%$ за анализируемый период, которое составляет 0,78 %.

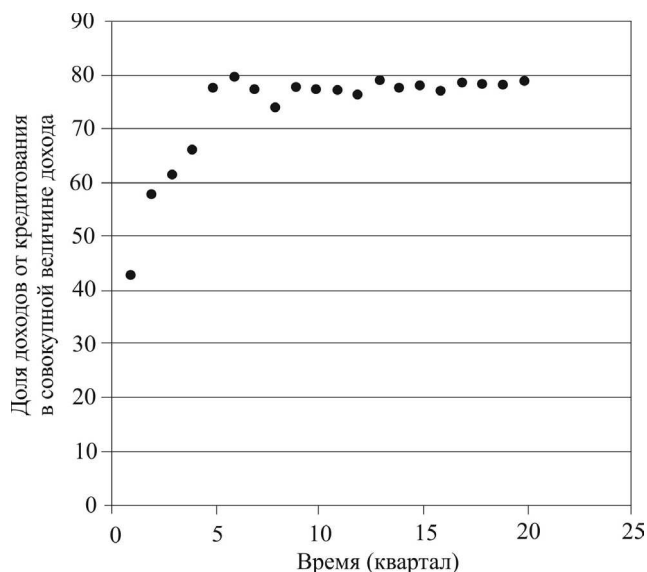


Рис. 7. Доля доходов от кредитования в совокупной величине дохода

Доля доходов по прочим перераспределенным внутрисистемным ресурсам в совокупной величине дохода начиная с 2005 г. вышла на некоторый средний уровень, равный 2 % (рис. 8). Поэтому при планировании доходов по прочим перераспределенным ресурсам фиксируем долю данных доходов на уровне 2 %.

В качестве доли дохода от операций с ценными бумагами берется среднее значение доли за последний год, равное 0,09 %. Реализованная курсовая разница и курсовая разница от переоценки балансовых счетов определяется в соответствии с пропорцией последнего года относительно доходов.

Распределения доходов от кредитования по статьям. Для распределения доходов от кредитования по статьям используется регрессионная модель зависимости дохода от соответствующей статьи работающих активов баланса. Зависимость дохода от кредитования юридических лиц от размера ссуд юридическим лицам описывается уравнением линейной регрессии $y = 0,027294428x$, где y – доход от кредитования юридических лиц, x – ссуды юридическим лицам. Коэффициент $b = 0$, а коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$.

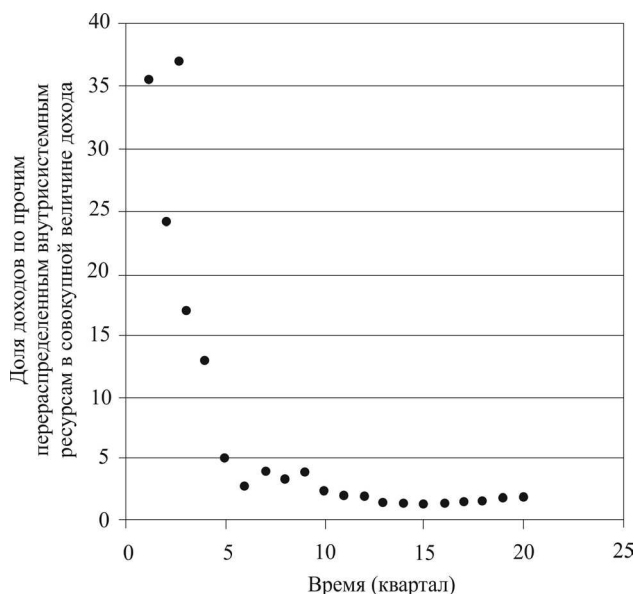


Рис. 8. Доля доходов по прочим перераспределенным внутрисистемным ресурсам в совокупной величине дохода

Зависимость дохода от кредитования физических лиц от размера ссуд физическим лицам описывается уравнением линейной регрессии $y = 0,036896655x$, где y – доход от кредитования физических лиц, x – ссуды физическим лицам. Коэффициент $b = 0$, а коэффициент детерминации $R^2 = 0,99$.

Распределение прогнозных значений расхода по статьям. Прогнозируемая величина расхода по вкладам определяется в зависимости от прогнозируемого размера привлеченных средств физических лиц. Далее определяется зависимость расхода по вкладам от величины привлеченных средств физических лиц (рис. 9).

Данная зависимость описывается линейной функцией $y = 209125 + 0,0103x$, где y – расходы по вкладам за квартал, x – привлеченные средства физических лиц.

Зависимость расхода по депозитам юридических лиц от величины привлеченных средств юридических лиц описывается линейной функцией $y = -149157,5075 + 0,008811234x$, где y – расходы по депозитам юридических лиц, x – привлеченные средства юридических лиц. Коэффициент детерминации данной модели равен 0,87.

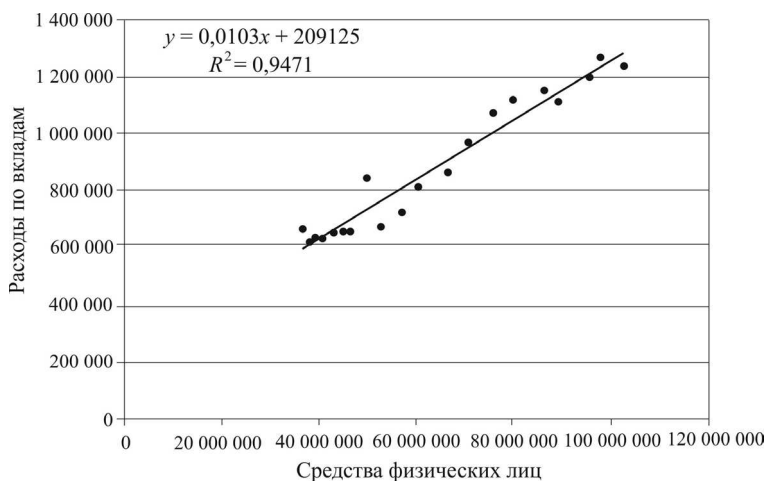


Рис. 9. Регрессионная модель зависимости расхода по вкладам от размера привлеченных средств физических лиц

К прочим привлеченным средствам физических лиц относятся пластиковые карты, количество которых постоянно увеличивалось в последние годы. Соответственно, увеличиваются и расходы по данному виду пассивов. Поэтому определяется тенденция роста расходов по прочим привлеченным средствам физических лиц и делается предположение о сохранении данной тенденции в будущем.

Для прогнозирования расходов по расчетным, текущим счетам юридических лиц и счетам ЛОРО банков была построена регрессионная модель, в которой факторными признаками являются значения статей баланса «Средства юридических лиц» и «Средства банка». Наилучшее значение коэффициента детерминации обеспечивает линейная модель с постоянной b , равной нулю: $y = 0,003948833x_1 - 0,016617381x_2$, где y – расходы по расчетным, текущим счетам юридических лиц и счетам ЛОРО банков, x_1 – средства юридических лиц, x_2 – средства банков.

Рост административных расходов можно описать линейной, полиномиальной или экспоненциальной функцией, каждая из которых дает показатель R^2 , близкий к единице (рис. 10). Выбираем экспоненциальную функцию.

Доля расходов на оплату труда находится как среднее значение $\frac{\text{Расход на оплату труда}}{\text{Расход}} \cdot 100\%$ за последние 5 лет, которое составляет 26,58 %.

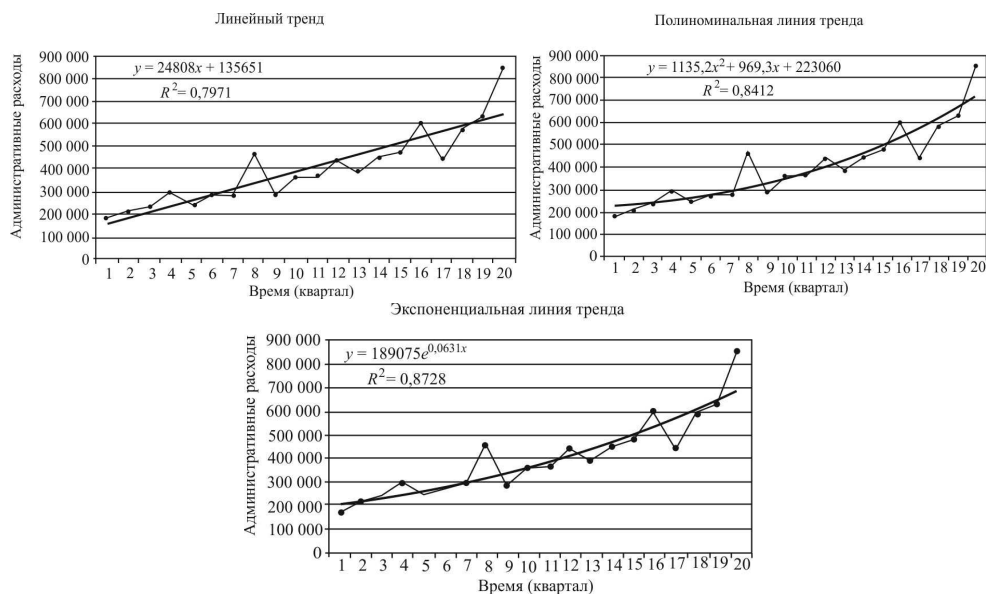


Рис. 10. Регрессионная модель зависимости расхода по вкладам от размера привлеченных средств физических лиц

Налог, установленный законодательством и относимый на расходы банка, находим с использованием регрессионной модели вида $y = -35345,77854 + 0,093984598x$, где y – налог, x – прибыль. Уплаченная комиссия находится в соответствии с долей в общей сумме расходов на уровне последнего отчетного года, т.е. 0,11 %, доля прочих расходов составляет 0,43 % в общей сумме расходов.

Таким образом, был разработан механизм прогнозирования всех статей баланса и отчета о прибылях и убытках. Составлен прогнозный баланс и прогнозный отчет коммерческого банка на 2012–2016 гг.

Подводя итог проведенного анализа, следует отметить, что применение математических методов и моделей позволяет найти наилучшие варианты решений задач коммерческой деятельности и является перспективными направлением банковского планирования.

Библиографический список

1. Савчук В.П. Финансовый менеджмент предприятия: прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций. – Киев: Максимум, 2001. – 250 с.
2. Ковалев В.В. Финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 250 с.

3. Смирнов А.В. Анализ финансового состояния коммерческих банков. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 225 с.
4. Финансовый анализ деятельности коммерческого банка / под. ред. Е.П. Жарковской. – М.: Омега-Л, 2011. – 325 с.
5. Бувевич С.Ю., Королев О.Г. Анализ финансовых результатов банковской деятельности. – М.: Крокус, 2005. – 160 с.
6. Золотова Е.А. Планирование финансовых показателей деятельности филиала коммерческого банка на основе линейных регрессионных моделей // Финансы и кредит. – 2007. – № 7. – С. 7–11.
7. Никонова И.А., Шамгунов Р.Н. Стратегия и стоимость коммерческого банка. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 304 с.

References

1. Savchuk V.P. Finansovyj menedzhment predprijatija: prikladnye voprosy s analizom delovyh situacij [Financial management of the enterprise: application issues with the analysis of business situations]. Kiev: Maksimum, 2001, 250 p.
2. Kovalev V.V. Finansovyj menedzhment [Financial management]. Moscow: Finansy i statistika, 2001, 250 p.
3. Smirnov A.V. Analiz finansovogo sostojanija kommercheskih bankov [Analysis of the financial condition of commercial banks]. Moscow: Finansy i statistika, 2007, 225 p.
4. Zharkovskaja E.P. Finansovyj analiz dejatel'nosti kommercheskogo banka [The financial analysis of commercial Bank]. Moscow: Omega-L, 2011, 325 p.
5. Buevich S.Ju., Korolev O.G. Analiz finansovyh rezul'tatov bankovskoj dejatel'nosti [Analysis of financial results of banking activity]. Moscow: Krokus, 2005, 160 p.
6. Zolotova E.A. Planirovanie finansovyh pokazatelej dejatel'nosti filiala kommercheskogo banka na osnove linejnyh regressionnyh modelej [Planning of financial indicators of the activities of a branch of a commercial Bank on the basis of linear regression models]. *Finansy i kredit*, 2007, no. 7, pp. 7–11.
7. Nikonova I.A., Shamgunov R.N. Strategija i stoimost' kommercheskogo banka [The strategy and the value of commercial bank]. Moscow: Al'pina Biznes Buks, 2004, 304 p.

Получено 27.09.2012

Сведения об авторах

Пепеляева Татьяна Федоровна (Пермь, Россия) – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной математики Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., д. 29, e-mail: litvinova90-210@mail.ru).

About the authors

Pepelyaeva Tatyana Fedorovna (Perm, Russia) – Ph.D. of Physical and Mathematic Sciences, Associate Professor, Department of Applied Mathematics, Perm National Research Polytechnic University (29, Komso-molsky av., Perm, 614990, Russia, e-mail: litvinova90-210@mail.ru).