

УДК 336.719

*А.А. Банных, А.В. Лётчиков***МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИЧЕСКОГО КАПИТАЛА НА ПОКРЫТИЕ НЕПРЕДВИДЕННЫХ ПОТЕРЬ ПО ПОРТФЕЛЮ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ КРЕДИТОВ**

Статья посвящена оценке риска по портфелю потребительских кредитов и его эффективному управлению банком. Решение этой проблемы является актуальным для кредитных организаций в современных условиях. Наиболее часто применяемые модели оценки кредитного риска, основанные на Базельских соглашениях по капиталу, ориентированы на выдачу корпоративных кредитов и требуют модификации для применения их к портфелю потребительских кредитов. В данных моделях оценка кредитного риска сводится к расчету так называемого экономического капитала. В отличие от ожидаемых потерь непредвиденные потери не могут быть включены в стоимость кредитного продукта, а должны компенсироваться за счет собственного капитала. Экономический капитал отражает требуемый размер собственных средств на покрытие непредвиденных потерь с заданным уровнем доверия. В статье разработана оригинальная методика расчета банковского резерва на покрытие ожидаемых потерь и экономического капитала на покрытие непредвиденных потерь по портфелю потребительских кредитов в течение года. В методике применяется VaR метод оценки кредитного риска. Результат апробирован на данных, предоставленных региональным розничным банком. Полученная методика может использоваться коммерческими банками при формировании резервов под потери по потребительским кредитам, а также при оценке экономического капитала как показателя совокупного риска по кредитному портфелю.

Ключевые слова: экономический капитал, непредвиденные потери вследствие кредитного риска, кредитный VaR, банковские резервы.

Предложенная методика основана на математической модели оценки суммарного возможного ущерба, который может быть нанесен банку в течение года по текущему портфелю потребительских кредитов. При этом под текущим кредитным портфелем понимается портфель договоров розничных кредитных продуктов всех категорий качества обеспечения, действующих на дату расчета резервов. Предполагается, что количество договоров N в портфеле достаточно большое.

Будем считать, что каждый кредитный договор i ($i = 1, 2, \dots, N$) в текущем портфеле несет потенциальную опасность нанести ущерб банку. Сумма ущерба определяется случайной величиной L_i как сумма невозвращенных в банк заемных средств и начисленных процентов. Тогда суммарный возможный ущерб L по текущему портфелю равен сумме случайных величин L_i : $L = \sum_{i=1}^N L_i$.

В предположениях о слабой зависимости случайных величин L_i и о том, что N достаточно велико, считается, что случайная величина L имеет гауссовское распределение, которое однозначно определяется математическим ожиданием $E(L)$ и дисперсией $D(L)$. Тогда с заданным уровнем надежности $(1 - \alpha)$ можно утверждать, что суммарный ущерб L не превысит $E(L) + q_{1-\alpha} \cdot \sqrt{D(L)}$:

$$\Pr\{L \leq E(L) + q_{1-\alpha} \cdot \sqrt{D(L)}\} = 1 - \alpha,$$

где $q_{1-\alpha}$ – квантиль стандартного гауссовского распределения уровня $1 - \alpha$. Полагая сумму резерва $R = E(L)$ как сумму ожидаемых потерь по портфелю, а экономический капитал $EC = q_{1-\alpha} \cdot \sqrt{D(L)}$ – как наибольшую возможную сумму превышения ожидаемых потерь с заданным уровнем надежности, в итоге получаем, что с вероятностью $1 - \alpha$ суммарный ущерб L не превысит $R + EC$. Таким образом, задача расчета резерва и экономического капитала сводится к расчету математического ожидания $E(L)$ и дисперсии $D(L)$ случайной величины L . Предполагая независимость случайных величин L_i , из

свойств математического ожидания и дисперсии имеем, что $E(L) = \sum_{i=1}^N E(L_i)$ и $D(L) = \sum_{i=1}^N D(L_i)$.

При индивидуальном моделировании случайной величины L_i мы предполагаем, что ущербом по i -тому кредитному договору является сумма основного долга и начисленных процентов в момент выхода кредитного договора в состояние дефолта за вычетом будущих возмещений. При этом дефолтным договор считается, если число дней просрочки по нему превышает 90 дней [1].

В итоге структурно случайная величина L_i может быть представлена в виде

$$L_i = \max \{I_i \cdot EAD_i \cdot LGD_i - G_i, 0\}, \quad (1)$$

где I_i – индикатор дефолта (он равен 1, если в течение года i -тый кредитный договор становился дефолтным, и равен 0, если нет);

EAD_i – сумма основного долга и начисленных процентов в момент выхода кредитного договора в состояние дефолта;

LGD_i – коэффициент невозврата задолженности, отражающий уровень безвозвратных потерь без учета реализации залога;

G_i – сумма возмещения, полученная за счет реализации залога.

В свою очередь, случайную величину EAD_i можно рассчитывать как некоторый уровень от текущих суммы основного долга и начисленных процентов:

$$EAD_i = (D_i + P_i) \cdot Y_i, \quad (2)$$

где D_i – текущая сумма основного долга;

P_i – сумма начисленных процентов на момент расчета резервов;

Y_i – коэффициент понижения, отражающий изменения текущей задолженности к моменту выхода кредитного договора в дефолт в течение года.

В рамках построенной индивидуальной модели для расчета математического ожидания $E(L_i)$ и дисперсии $D(L_i)$ случайной величины L_i достаточно оценить следующие вероятностные характеристики i -того кредитного договора: 1) вероятность выхода в дефолт в течение года: $pd_i = E(I_i)$; 2) первый и второй моменты коэффициента понижения Y_i : $y_i = E(Y_i)$ и $y_i^{(2)} = E(Y_i^2)$; 3) первый и второй моменты коэффициента невозврата LGD_i : $lgd_i = E(LGD_i)$ и $lgd_i^{(2)} = E(LGD_i^2)$.

Каждому договору текущего кредитного портфеля ставится в соответствие четыре основных параметра: категория рискованности, срок жизни, сумма кредита, длительность дефолта.

Категория рискованности r зависит от числа дней просрочки по исполнению обязательств и может принимать значения от 0 до 4. Если выплаты по договору просрочены не были, договору присваивается нулевая категория рискованности; при нарушении должником сроков исполнения обязательств не более чем на 30 дней договору присваивается первая категория, вторая – при нарушении сроков на 31–60 дней, третья – на 61–90 и четвертая – более чем на 90 дней. Договоры, находящиеся в категории рискованности 4, являются дефолтными.

Срок жизни кредита t исчисляется в месяцах (месяц = 30 дней) начиная с даты заключения договора. Срок жизни принимает значения от 1 до 36, кредиты, для которых с момента заключения договора прошло 36 и более месяцев, объединяются в 36-ю группу.

Продолжительность дефолта m исчисляется в целых месяцах с округлением в большую сторону начиная с момента выхода в дефолт. В случае если договор недефолтный, полагается, что $m = 0$.

Сумма кредита s определяется суммой, выданной по кредитному договору, и является неизменной в течение срока жизни договора.

Вероятностные характеристики модели расчета резервов и экономического капитала определяются в зависимости от категории качества обеспечения кредитного договора на основе статистических данных. При этом для каждого кредитного договора вероятность дефолта в течение года $pd(r, t, s)$ определяется по его категории рискованности r , сроку жизни t и сумме кредитного договора s . Первый и второй моменты коэффициента понижения $y(r)$ и $y^{(2)}(r)$ рассчитываются в зависимости от категории рискованности кредитного договора r , первый и второй моменты коэффициента невозврата $lgd(m)$ и $lgd^{(2)}(m)$ – от продолжительности дефолта m .

Математическое ожидание потерь по i -му кредитному договору рассчитывается по формуле

$$E(L_i) = \max \{pd(r_i, t_i, s_i) \cdot (D_i + P_i) \cdot y(r_i) \cdot lgd(m_i) - G_i, 0\}, \quad (3)$$

где D_i – сумма основного долга по i -му кредитному договору;

P_i – величина начисленных процентов по i -ому кредитному договору на момент расчета резервов;

G_i – предполагаемая сумма возмещения за счет реализации залога.

Сумма возмещения рассчитывается по формуле

$$G_i = w_i \cdot k(m_i), \quad (4)$$

где $k(m_i)$ – усредненный коэффициент реализации залога, определяющий уровень, который составит цена реализации залога от его справедливой стоимости на момент реализации залога;

w_i – справедливая стоимость залога на дату расчета резервов, в случае если кредитный договор беззалоговый или залог невозможно взыскать, w_i принимается равной нулю ($w_i = 0$).

Для дефолтных договоров, когда $r = 4$, вероятность дефолта и первый момент коэффициента понижения равны 1: $pd(4, t, s) = y(4) = 1$.

Сумма ожидаемых потерь по дефолтным и недефолтным кредитам составляет математическое ожидание потерь по портфелю:

$$E(L) = \sum_{i=1}^N E(L_i) \quad (5)$$

Для расчета экономического капитала необходимо рассчитать дисперсию ущерба.

Общая формула для расчета дисперсии ущерба i -го кредитного договора выглядит следующим образом:

$$D(L_i) = (D_i + P_i)^2 \cdot ((pd(r_i, t_i, s_i)) \cdot y^{(2)}(r_i) \cdot lgd^{(2)}(m_i) - (pd(r_i, t_i, s_i)) \cdot y(r_i) \cdot lgd(m_i))^2 \quad (6)$$

Дисперсия величины ущерба складывается из дисперсий ущерба дефолтных и недефолтных кредитов всех категорий качества обеспечения.

$$D(L) = \sum_{i=1}^N D(L_i) \quad (7)$$

Сумма резерва по портфелю представляет собой сумму ожидаемых потерь по портфелю:

$$R = E(L) \quad (8)$$

Для расчета экономического капитала портфеля потребительских кредитов выбран уровень надежности $1 - \alpha = 99,7\%$, соответствующий квантиль стандартного гауссовского распределения $q_{1-\alpha} = 2,748$. Экономический капитал рассчитывается по следующей формуле:

$$EC = 2,748 \cdot \sqrt{D(L)} \quad (9)$$

Оценка вероятностных характеристик модели расчета резервов и экономического капитала производится статистическими методами по историческим данным о кредитах.

Исследуемый кредитный портфель разбит на три подпортфеля в зависимости от категории качества обеспечения кредитного договора: беззалоговые кредиты, автокредиты, ипотека. Все параметры модели рассчитываются отдельно по каждому подпортфелю.

Используемая статистика включает в себя следующие данные в ежедневном разрезе: код договора; величина текущего основного долга (ТОД); величина просроченного основного долга (ПОД); длительность неоплаты в днях; категория качества обеспечения кредитного договора; сумма кредита.

Для расчета вероятностных характеристик модели изменение категории рискованности во времени отслеживается отдельно по каждому кредитному договору исторического портфеля. Исходя из длительности неоплаты в днях по j -му договору на каждом месяце жизни t определяется категория рискованности $r_j(t)$.

Для каждого договора рассчитываются индикаторы дефолта $I_j(t)$ отражающие переход договора в категорию 4 в течение года по j -му договору, находящемуся на t -ом месяце жизни. Если договор, находящийся на t -ом месяце жизни, в течение следующего года выходил в дефолт, то индикатор дефолта в t -ом месяце принимает значение 1, иначе 0.

$$I_j(t) = \begin{cases} 1, \max\{r_j(\hat{t})\} = 4, \hat{t} = \overline{t, t+11}, \\ 0, \max\{r_j(\hat{t})\} < 4, \hat{t} = \overline{t, t+11}, \end{cases} \quad (10)$$

где $r_j(\hat{t})$ – значения категорий рискованности по j -му договору в каждый из 11 месяцев, следующих за месяцем жизни t .

Для расчета вероятности дефолта подпортфели беззалоговых кредитов, автокредитов и кредитов, обеспеченных недвижимостью, разбиваются на группы в зависимости от суммы кредита s , срока жизни t и категории рискованности r . Вероятность дефолта для договоров с суммой кредита s , сроком жизни t , категорией рискованности r рассчитывается по формуле

$$pd(r, t, s) = \frac{\sum_j I_j(t)}{n_{r,t,s}}, \quad j: s_j \in s, r_j(t) \in r, \quad (11)$$

где $n_{r,t,s}$ – количество договоров с суммой кредита s , сроком жизни t , категорией рискованности r ; s_j – сумма по j -му договору.

По формуле (12) для каждого j -го случая выхода в дефолт рассчитываются отношения величины основного долга в момент выхода в дефолт к текущей задолженности по кредиту на каждый из предшествующих дефолту 12 месяцев $e_j(t)$, где t – количество месяцев до дефолта по j -му случаю выхода в дефолт, $t = \overline{0, 12}$, $t = 0$ в момент выхода в дефолт.

$$e_j(t) = \frac{d_j(0)}{d_j(t)}, \quad (12)$$

где $d_j(t)$ – максимальная сумма задолженности по j -ому кредитному договору в месяце t , $t = \overline{1, 12}$. Сумма задолженности складывается из текущего основного долга и просроченного основного долга. $d_j(0)$ – сумма задолженности в момент выхода в дефолт.

В каждый из 12 месяцев, предшествующих дефолту, известна категория рискованности r . Для расчета математического ожидания коэффициента понижения $y_j(r)$ значения $e_j(t)$ по каждому договору усредняются по категориям рискованности.

$$y_j(r) = \frac{\sum_r e_j(t)}{v_j(r)}, \quad (13)$$

где $v_j(r)$ – количество месяцев в году, которое j -й договор находился в r -ой категории рискованности.

Тогда математическое ожидание коэффициента понижения рассчитывается по формуле:

$$y(r) = \frac{\sum_j y_j(r)}{x(r)}, \quad (14)$$

где $x(r)$ – количество договоров, побывавших в течение года в r -ой категории рискованности.

Второй момент коэффициента понижения рассчитывается по формуле:

$$y^{(2)}(r) = \frac{\sum_j (y_j(r))^2}{x(r)}, \quad (15)$$

Коэффициент невозврата по потребительским кредитам рассчитывается с целью корректировки величины ущерба с учетом платежей, поступающих от заемщиков в счет погашения долга после наступления дефолта по каждой группе кредитов в зависимости от категории качества обеспечения [2].

Коэффициент невозврата определяет процент невозвращаемого долга от величины основного долга на момент выхода в дефолт.

В настоящей методике используются следующие предположения.

1. Кредитный договор считается дефолтным, если выплаты по договору просрочены более чем на 90 дней.

2. В случае дефолта заемщика предполагается, что банку наносится ущерб, равный сумме задолженности заемщика по основному долгу и всем начисленным на момент дефолта процентам, уменьшенной на сумму, возвращенную клиентом. При этом сумма возврата учитывается вне зависимости от времени поступления платежей.

3. Значения коэффициента невозврата по дефолтным кредитам зависят от продолжительности дефолта.

Для оценки коэффициента невозврата $lgd(m)$ применяется статистическая модель, использующая исторические данные по дефолтным договорам. В статистике содержатся следующие данные по каждому случаю возникновения дефолта: код договора; основной долг на дату дефолта; начисленные на дату дефолта проценты; дата начала дефолта; дата окончания дефолта; категория качества обеспечения кредитного договора; ежемесячные платежи в погашение долга (ОД, проценты, пени и штрафы) после наступления дефолта (из ежемесячных платежей исключены суммы, поступавшие в счет погашения долга от реализации залога).

Количество месяцев m , в течение которых оценивается погашение основного долга на дату дефолта, ограничено 51 ($m = \overline{1, 51}$) по причине отсутствия статистических данных о платежах в последующие периоды.

Каждый j -й случай выхода в дефолт рассматривается в отдельности. Ежемесячные платежи в погашение долга (ОД, проценты, штрафы) по j -му случаю дефолта в m -й месяц после наступления дефолта обозначим $c_{j,m}$. Разница между основным долгом на дату дефолта и суммой поступивших в

счет погашения долга платежей по j -му случаю дефолта в m -й месяц после наступления дефолта обозначается $d_{j,m}$. Каждый случай дефолта характеризуется длительностью дефолта. Под длительностью дефолта понимается количество месяцев, прошедших с даты начала дефолта до даты окончания дефолта, округленное в большую сторону. Датой окончания дефолта считается дата погашения просроченной части основного долга и процентов, начисленных на дату выхода в дефолт. Предполагается, что после даты окончания дефолта величина $d_{j,m}$ равна нулю. До окончания дефолта $d_{j,m}$ рассчитывается по следующей рекуррентной формуле

$$d_{j,m} = \begin{cases} d_{j,m-1} - c_{j,m}, & c_{j,m} \geq 0, \\ d_{j,m-1}, & \text{нет данных о } c_{j,m}, \end{cases} \quad m = \overline{1, 51}, \quad (16)$$

где $d_{j,0}$ – долг по j -му случаю дефолта на дату дефолта.

Остаточная величина долга по j -му случаю дефолта на конец m -ого месяца после наступления дефолта обозначается как $a_{j,m}$. Для исключения из расчетов пеней и штрафов, учтенных в исходной статистике по полученным в счет погашения долга платежам, используется формула

$$d_{j,m} = \begin{cases} d_{j,m}, & \text{если } d_{j,m} > 0, \\ 0, & d_{j,m} > 0. \end{cases} \quad (17)$$

Для кредитов, находящихся в дефолте, значения первого и второго моментов коэффициента невозврата будут зависеть от продолжительности дефолта. Под продолжительностью дефолта будем понимать количество целых месяцев, прошедших с момента дефолта, округленное в большую сторону. На основе имеющейся статистики рассчитываются соответствующие значения $lgd(m)$ для договоров с продолжительностью дефолта 1, 2, 3 ... и 51 месяц по категориям качества обеспечения ($m = \overline{1, 51}$). Таким образом, первый момент коэффициента невозврата по дефолтным кредитам в зависимости от продолжительности дефолта рассчитывается по формуле (18), второй момент по формуле (19).

$$lgd(m) = \frac{\sum_j \left(\frac{a_{j,51}}{a_{j,m}} \right)}{q_{m-1}}, \quad j: a_{j,m} > 0, \quad (18)$$

где q_{m-1} – количество случаев, по которым $a_{j,m-1} > 0$, то есть количество договоров в состоянии дефолта на начало m -го месяца;

$$lgd^{(2)}(m) = \frac{\sum_j \left(\frac{a_{j,51}}{a_{j,m}} \right)^2}{q_{m-1}}, \quad j: a_{j,m} > 0. \quad (19)$$

Для недефолтных договоров применяется математическое ожидание коэффициента невозврата, рассчитанное по формуле (20). Второй момент коэффициента невозврата для недефолтных договоров определяется по формуле (21).

$$lgd(m) = \frac{\sum_j \left(\frac{a_{j,51}}{a_{j,m}} \right)}{q}, \quad m = 0, \quad (20)$$

где q – количество случаев возникновения дефолта.

$$lgd^{(2)}(m) = \frac{\sum_j \left(\frac{a_{j,51}}{a_{j,m}} \right)^2}{q}, \quad m = 0. \quad (21)$$

Коэффициент реализации по заложенным потребительским кредитам рассчитывается с целью корректировки величины ущерба с учетом залогового обеспечения в зависимости от категории качества обеспечения.

Расчет коэффициента реализации залога по дефолтным и недефолтным кредитам отличается. Для недефолтных договоров коэффициент реализации определяет процент, который составит цена реализации залога от его справедливой стоимости на момент выхода в дефолт; для дефолтных – процент, который составит цена реализации залога от его справедливой стоимости на дату реализации.

Для оценки коэффициента реализации $k(m)$ были использованы исторические данные по реализации залогового имущества. В статистике содержатся следующие данные: код договора; справедливая стоимость залога на дату дефолта; справедливая стоимость залога на дату реализации; цена реализации; дата реализации; категория качества обеспечения кредитного договора.

Коэффициент реализации залога рассчитывается по категориям качества обеспечения отдельно для дефолтных и недефолтных кредитов по формуле

$$k(m) = \frac{\sum_{j=1}^h \frac{f_j}{w_j}}{h} \quad (22)$$

где f_j – цена реализации залога по j -му договору;

w_j – справедливая стоимость залога на дату дефолта при $m = 0$ и справедливая стоимость залога на дату реализации при $m > 0$;

h – количество договоров, по которым был реализован залог.

Рассмотрим расчет резервов на примере. На отчетную дату в портфеле розничных кредитов имеется кредитный договор со следующими характеристиками. Категория качества обеспечения – автокредит; сумма кредита составляет 484 500 руб. ($s = 484\,500$); дата заключения договора 21.03.2011 г. (срок жизни $t = 11$); длительность неоплаты составляет 33 дня (категория рискованности $r = 2$). Текущая задолженность по кредитному договору составляет 399 701 руб. Справедливая стоимость залога на дату расчета резервов составляет 353 619 руб.

Вероятность дефолта в течение года для данного кредита $pd(r, t, s) = 0,64$. Первый и второй момент коэффициента понижения для данного кредита равны: $y(r) = 0,98$, $y^{(2)}(r) = 0,97$. Первый и второй моменты коэффициента невозврата: $lgd(m_i) = 0,27$ и $lgd^{(2)}(m_i) = 0,27$. Коэффициент реализации для недефолтных автокредитов равен $k = 0,69$. Таким образом, ожидаемые потери по данному кредитному договору составляют

$$E(L_i) = \max\{399701 \cdot 0,64 \cdot 0,98 \cdot 0,27 - 353679 \cdot 0,69; 0\} = 0.$$

Дисперсия данного договора составляет

$$D(L_i) = 399701^2 \cdot 0,64 \cdot 0,97 \cdot 0,26 - 399701^2 \cdot 0,64^2 \cdot 0,98^2 \cdot 0,26^2 = 21\,538\,247\,830.$$

Для расчета экономического капитала используется суммарная дисперсия ущерба по кредитам всех категорий качества обеспечения. Резерв по портфелю розничных кредитов рассчитывается как сумма ожидаемых потерь по всем кредитным договорам портфеля. Результаты расчета резервов на отчетную дату приведены в таблице.

Резервы на отчетную дату

Категория обеспечения	Количество договоров	Объем задолженности, руб.	Сумма резервов, руб.
Беззалоговые	44 098	1 784 600 868	440 794 993
Автокредиты	12 421	2 736 761 480	163 172 392
Ипотека	2 362	2 062 767 509	61 036 559
Итого	58 881	6 584 129 857	671 003 944
Экономический капитал			42 222 657

Полученная методика может использоваться коммерческими банками при формировании резервов под потери по потребительским кредитам, а также при оценке экономического капитала как показателя совокупного риска по кредитному портфелю.

* * *

1. International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards. A Revised Framework. Comprehensive Version (Basel, June 2006). URL: <http://www.bis.org/publ/bcbs128.html> (дата обращения: 16.01.2015).
2. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / под ред. А.А. Лобанова, А.В. Чугунова. 4-е изд., испр. и доп. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 932 с.

Поступила в редакцию 18.01.15

*A.A. Bannykh, A.V. Letchikov***CALCULATION OF ECONOMIC CAPITAL FOR COVERING UNEXPECTED CREDIT LOSSES UNDER CONSUMER LOANS PORTFOLIO**

The article is devoted to assessing the risk of the consumer loans portfolio and the effective bank management. The solution to this problem is relevant for credit institutions in modern conditions. The most commonly used models of credit risk measurement, based on Basel Capital Accord, are focused on the issue of corporate loans and require modification for applying them to a consumer loan portfolio. Within these models the credit risk estimation is reduced to the calculation of so-called economic capital. Unlike expected credit losses, unexpected credit losses couldn't be included into a credit cost and should be compensated by equity. The economic capital reflects required equity amount to cover unexpected credit losses with a given confidence level.

The authors developed an original method of calculating a bank reserve for covering expected credit losses, and a method of calculating an economical capital for covering unexpected credit losses under consumer loan portfolio during a year. The methodology uses the VaR method for measuring credit risk. The result was tested on the data provided by a regional retail bank. The proposed method can be used by commercial banks for defining bank's reserve to cover consumer credit losses and for evaluating an economic capital being an overall risk indicator under a loan portfolio.

Keywords: economic capital, unexpected losses due to credit risk, credit VaR, bank reserves.

Банных Александра Андреевна, ассистент
кафедры математических методов в экономике
E-mail: korobeynikova@list.ru

Лётчиков Андрей Владимирович,
доктор физико-математических наук, профессор
E-mail: letchi@udm.ru

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
426034, Россия, г. Ижевск, ул. Университетская, 1 (корп. 4)

Bannykh A.A., assistant
at Department of mathematical methods in economics
E-mail: korobeynikova@list.ru

Letchikov A.V.,
Doctor of Physics and Mathematics, Professor
E-mail: letchi@udm.ru

Udmurt State University
462034, Russia, Izhevsk, Universitetskaya st., 1/4