

1. Decree of the Government of the Kyrgyz Republic dated July 15, 2015 No. 499 “On the establishment of an open joint stock company “State Mortgage Company”;
2. Law of the Kyrgyz Republic dated May 4, 2017 No. 73 “On State Housing Mortgage Lending”;
3. Decree of the Government of the Kyrgyz Republic dated August 19, 2015 No. 590 “On approval of regulatory legal acts regulating the process of investing pension savings in the Kyrgyz Republic”.

УДК 338.1

DOI 10.33514/БК-1694-7711-2022-1(2)-181-190

**Ибраев Фархад Талантбекович**

ААК Мамлекеттик ипотекалык компания, башкармалыгынын төрагасынын орун басары

**Ибраев Фархад Талантбекович**

ОАО Государственная ипотечная компания, Заместитель Председателя Правления

**Ibraev Farkhad Talantbekovich**

JSC State Mortgage Company, Deputy Chairman of the Management Board

**ИПОТЕКАЛЫК КРЕДИТТИН ДЕФОЛТКО ЫКТЫМАЛДЫГЫН ЭКОНОМИКАЛЫК  
ЖАНА МАТЕМАТИКАЛЫК МОДЕЛДӨӨ  
ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ  
ДЕФОЛТА ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТА  
ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF PROBABILITY  
OF DEFAULT OF A MORTGAGE CREDIT**

**Аннотация:** Изилдөөдө «Мамлекеттик ипотекалык компания» ААК (мындан ары - МИК) тарабынан берилген маалыматтарды колдонуу менен «Арзан турак-жай 2015-2020» мамлекеттик турак жай программасынын алкагында ипотекалык кредитти алгандар жараандардын дефолтун болжолдоо үчүн модель иштелип чыккан. Түзүлгөн математикалык моделдин жыйынтыгынын негизинде изилдөөнүн натыйжалары Кыргыз Республикасындагы турак-жайды каржылоо процесстерин сапаттуу жана олуттуу экономикалык талдоо жүргүзүүгө мүмкүндүк берет жана стратегиялык пландаштырууда эффективдүү чечимдерди кабыл алууга көмөктөшөт.

**Аннотация:** В исследовании разрабатывается модель для прогнозирования риска дефолта у клиентов, получивших ипотечный кредит в рамках государственной жилищной программы «Доступное жилье 2015-2020», используя данные, предоставленные ОАО «Государственная Ипотечная Компания» (далее – ГИК). Итоги проведенного исследования по результатам построенной математической модели позволят проводить качественный и предметный экономический анализ процессов жилищного финансирования в Кыргызской Республике и поспособствуют принятию эффективных решений при стратегическом планировании.

**Abstract:** The research develops a model for predicting the risk of default for customers who received a mortgage loan under the state housing program "Affordable Housing 2015-2020", using data provided by OJSC "State Mortgage Company" (hereinafter referred to as SMC). The results of the study based on the results of the constructed mathematical model will allow for a qualitative and substantive economic analysis of housing finance processes in the Kyrgyz Republic and will contribute to making effective decisions in strategic planning.

**Негизги сөздөр:** ипотека, турак-жайды каржылоо, регрессиялык модель, кредиттин дефолт ыктымалдыгы, эконометрикалык моделди куруу.

**Ключевые слова:** ипотека, жилищное финансирование, регрессионная модель, вероятность дефолта кредита, построение эконометрической модели.

**Keywords:** mortgage, housing finance, regression model, loan default probability, building an econometric model.

Дефолтом ипотечного кредита в рамках настоящего исследования считается одно из произошедших событий, приведенных ниже:

- в случае наличия у заемщика непрерывной просроченной задолженности по выплате основного долга и процентов по ипотечному кредиту более 90 дней;
- в случае в случае полного банкротства, потери трудоспособности или смерти заемщика.

Разработка модели вероятности дефолта (PD) начинается с зависимой переменной определение или определение по умолчанию. В исследовании используется просрочка платежа на 90 дней в соответствии с Базелем III Методология на основе внутренних рейтингов (IRB) (BCBS 2017).

Модель, базирующаяся на функции нормального распределения, получила название пробит (probit), а модель, базирующаяся на функции логистического распределения – логит (logit). В исследовании используется модель «Логистическая регрессия».

Логистическая регрессия является наиболее важным (и, вероятно, наиболее часто используемым) элементом класса моделей, называемых обобщенными линейными моделями. В отличие от линейной регрессии, логистическая регрессия может непосредственно предсказывать значения, которые ограничены интервалом (0,1), таким как вероятности. Это новый метод предсказания вероятностей или коэффициентов, и, подобно линейной регрессии, коэффициенты модели логистической регрессии можно рассматривать как рекомендации. Это также хороший первый выбор для задач двоичной классификации [1].

Для подготовка последующего заключения, полученного путем изучения выборки, было проанализировано возрастное распределение клиентов ГИК. Как из видно из диаграммы 1, большая концентрация клиентов приходится на диапазон от 30 до 40 лет.

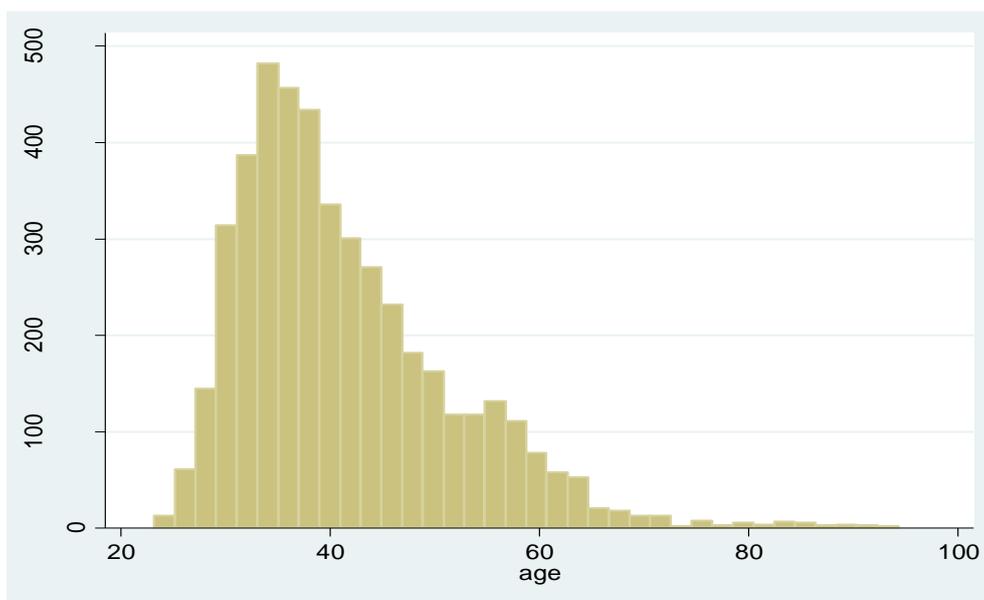


Диаграмма 1. Распределение возраста клиентов ГИК

Таблица 1. Таблица дескриптивных статистик для переменных

| Variable   | Obs  | Mean     | Std.Dev  | Min      | Max      |
|------------|------|----------|----------|----------|----------|
| mortgage   | 4106 | 1278063  | 732417   | 95000    | 4930000  |
| IR         | 4106 | 6.686069 | 1.292378 | 5        | 14       |
| payment    | 4106 | 11933.62 | 6448.517 | 1434     | 42422    |
| collateral | 4106 | 1401715  | 792456.7 | 100000   | 5399334  |
| inc        | 3819 | 16260.79 | 21197.24 | 0        | 183752   |
| exp        | 3974 | 15.15243 | 9.002083 | 1.237671 | 131.3123 |
| Last_exp   | 3974 | 10.86183 | 6.220637 | 1.29863  | 47.93151 |
| Mat_res    | 4106 | 9.6419   | 4.164093 | .139726  | 24.90411 |
| maturity   | 4106 | 160.0665 | 43.19635 | 38       | 301      |

В качестве статистических критериев оценки прогнозной точности и дискриминационной способности эконометрических моделей PD ипотечного заемщика используются критерии, в том числе предложенные Методическими рекомендациями по реализации подхода к расчету кредитного риска на основе внутренних рейтингов банков [2].

Финансово-кредитное учреждение при проведении оценки вправе выбирать самостоятельно статистические критерии оценки прогнозной точности и дискриминационной способности модели. Из основных рекомендованных статистических критериев можно выделить:

- индекс Джини – который рассматривается как метрика качества, используемый довольно часто при оценке предсказательных моделей ( $Gini = (AUC - 0,5) \times 2$ );
- AUC — (area under curve) — площадь под ROC кривой (отражающей зависимость частоты истинно положительных и ложноположительных заключений) ("receiver operating

characteristic curve - ROC-curve");

Для проведения проверки гипотезы на предмет соответствия эмпирического распределения предполагаемому теоретическому распределению проведения проводится тест Пирсона на пригодность модели.

**Таблица 2. Прогностическая ценность модели**

| Значение AUC  | Прогностическая ценность модели |
|---------------|---------------------------------|
| 0,5           | Модель не пригодна              |
| свыше 0,5–0,7 | Низкое качество модели          |
| 0,8           | Среднее качество модели         |
| Свыше 0,8–0,9 | Хорошее качество модели         |
| свыше 0,9     | Отличное качество модели        |

Построение эконометрической модели вероятности ипотечного дефолта

Первоначально объем выборки данных составлял 4920 наблюдений. Однако, далее был проведен предварительный анализ данных на предмет наличия статистических выбросов и явных ошибок измерения. Набор данных после очистки составил 4106 клиентов.

Оценки базовых коэффициентов логит моделей вероятности ипотечного дефолта, которые содержат переменные из групп параметров ипотечного кредита, социально-демографических характеристик заемщика, макроэкономических показателей и дополнительных переменных.

При построении моделей не были включены следующие переменные: наименование банка (bank), реструктуризация ипотечного кредита (mortgage restructured), залоговое обеспечение (collateral), уровень инфляции (INF), отношение суммы ипотечного кредита к стоимости закладываемого имущества, приобретаемого посредством ипотечного кредита (LTV).

Модели включают в себя набор фиктивных переменных по виду ипотечного продукта (покупка готового жилья, индивидуальное строительство жилья, арендное жилье с последующим выкупом и тд), возрасту заемщика, наличия поручителя по кредиту, пол, а также семейный статус.

По основным статистическим критериям оценки прогнозной точности и дискриминационной способности из всех рассматриваемых 8 моделей, наиболее подходящей является модель (1). Также Тест Пирсона для модели (1) показывает высокую практическую пригодность модели.

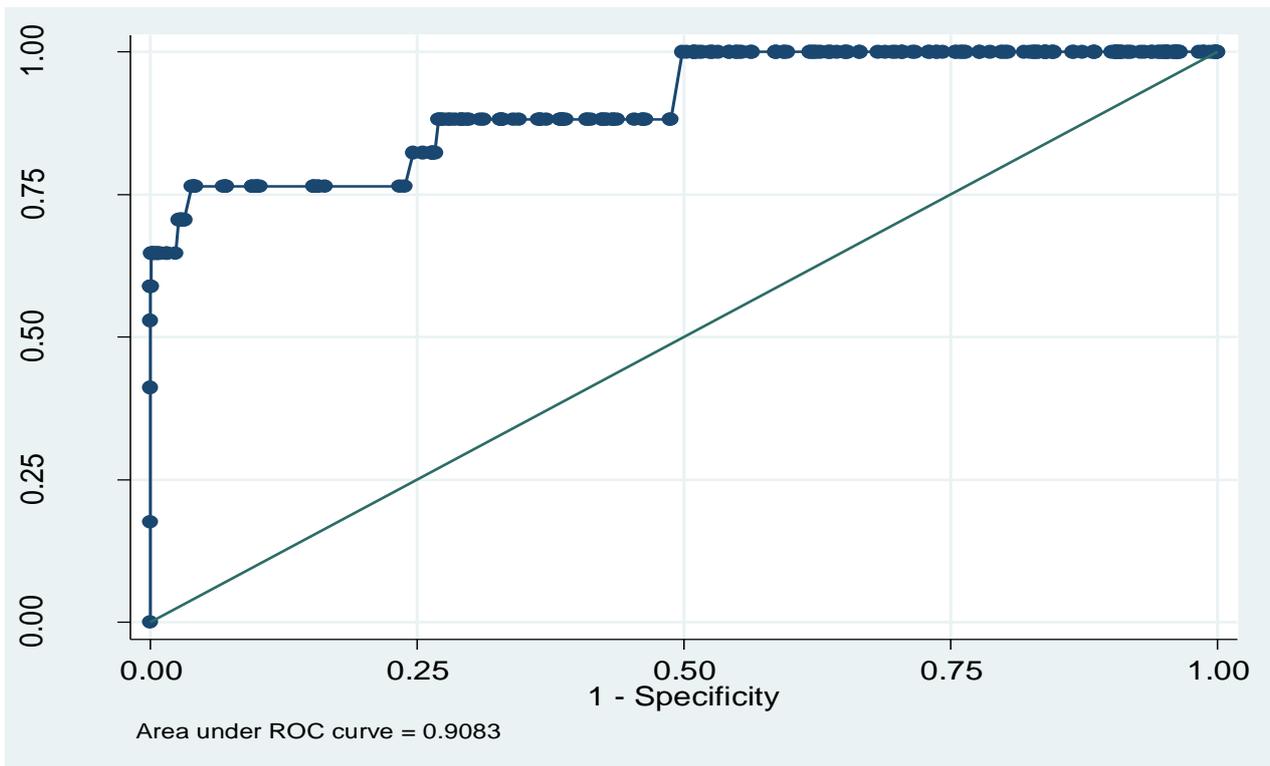
**Logistic model for PD, goodness-of-fit test**

Numer of observations = **4106**

Numer of covariate patterns = 256  
 Pearson chi2 (249) = 379.09  
 Prob>chi2 = 0.0000

**Рисунок 1. Результаты Теста Пирсона**

Площадь под ROC кривой = 0,9083, что показывает силу модели и относится к категории отлично качественной модели (согласно таблице 2).



**Диаграмма 2. Результаты ROC-анализа**

ROC-анализ позволяет определить оптимальное значение вероятности для специфичности и чувствительности, поскольку бывают случаи наличия несоответствия: очень низкая чувствительность при ярко выраженной специфичности или наоборот. Чем больше значение площади под ROC-кривой, тем выше сила модели. Если AUROC (площадь под ROC-кривой) равна 0.5, модель не имеет силы и называется наивной. Нужно отметить, что в реальности модель имеет право на существование и применение на практике, если значение ROC = 0.7. [3]. В рассматриваемой модели оно равно 0.9083, что выше 0.9, из чего можно сделать вывод о том, что построенная модель имеет отличное качество силы в соответствии с Таблицей 2.

| Classified | D  | ~D   | Total |
|------------|----|------|-------|
| +          | 9  | 0    | 9     |
| -          | 8  | 4089 | 4097  |
| Total      | 17 | 4089 | 4106  |

Classified+if predicted PR (D) >=.5

True D defined as PD !=0

sensitivity PR (=I D) 52.94%

sensitivity PR (=I~D) 100.00%

Positive predictive value PR (D I~+) 100.00%

Positive predictive value PR (~D I-) 99.80%

False +rate for true ~D PR (+ I D) 0.00%

False - rate for true D PR (-I ~D) 47.06%

False + rate for true classified + PR (D I+) 0.00%

False - rate for true classified- PR (~ D I-) 0.20%

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Correctly classified | 99.81% |
|----------------------|--------|

Рисунок 2. Результаты логистической модели на чувствительность и специфичность

Чувствительность равна – 52.94%

Специфичность равно – 100%

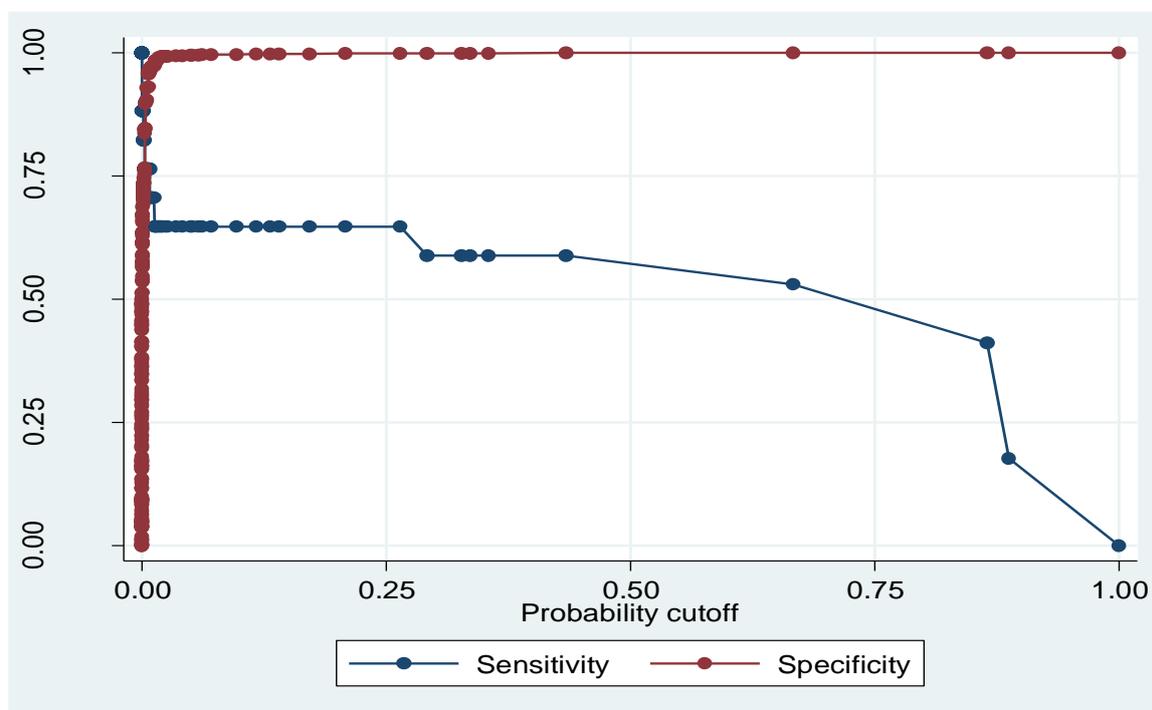


Диаграмма 3. График специфичности и чувствительности модели

Значения модели (1) Pseudo R2 = 45.22, по Log likelihood -60.39. Модель корректно классифицирована на 99,81%. У модели AUC ROC кривые - 0,9083 и коэффициент Джини

составляет 0,8166.

Таким образом, выработанная логит модель (1) выглядит следующим образом:

$$PD=2.79(5.bank)^{**}+0.903(IR)^{***}+7.73(1.educ)^{***}+3.96(prod)^{***}-0.758(activity)^{***}+2.06(UE)^{***}-3.36$$

*t* статистика \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Статистически значимые факторы — это (5.bank) Наименование банка, (IR) процентная ставка по ипотечному кредиту, (1.educ) уровень образования, (prod) вид ипотечного продукта, вид деятельности (activity) и уровень безработицы (UE).

Статистически значимые факторы – maturity срок кредита, уровень безработицы UE, возраст клиента, наличие поручителя, пол (мужской), семейный статус (женатый), хотя и влияют на вероятность дефолта заемщика, однако в данной модели они имеют высокий уровень статистической значимости и соответственно не включены в конечную модель.

В конечном итоге отсутствует экономическая интерпретация полученных оценок коэффициентов. Однако, с их помощью также можно рассчитать предельные эффекты или преобразовать на модель вероятности.

**Таблица 3. Преобразование на модель вероятности**

| Logistic regression        | Numer of obs = 4106  |          |       |        |                       |
|----------------------------|----------------------|----------|-------|--------|-----------------------|
|                            | LR chi2 (6) = 118.13 |          |       |        |                       |
| Log likelihood= -51.176617 | Prob > chi2 = 0.0000 |          |       |        |                       |
|                            | Pseudo R2 = 0.5358   |          |       |        |                       |
| PD                         | Odds Ratio           | std.Err  | Z     | P> (Z) | ( 95% conf. Interval) |
| Bank 5                     | 16.25598             | 16.42754 | 2.79  | 0.006  | 2.242993 117.8144     |
| IR                         | 2.468198             | .4700761 | 4.74  | 0.000  | 1.6992284 3.58504     |
| educ1                      | 2280.415             | 2753.68  | 6.40  | 0.000  | 213.8743 24314.72     |
| ptod                       | 52.31792             | 33.7692  | 6.13  | 0.000  | 14.76497 185.3823     |
| activity                   | .4688018             | .0849797 | -4.18 | 0.000  | .3286185 .668785      |
| UE                         | .1270817             | .1446877 | -0.81 | 0.420  | 9.80e-06 122.908      |

$$PD=16,26(bank5)^{***}+2,5(IR)^{***}+2280(educ1)^{***}+52(prod)^{***}+0,47(activity)^{***}+0,13(UE)+0,035$$

На основании вышеизложенного следует, что вероятность дефолта по ипотечным кредитам, выданным через ОАО «Айылбанк» в 16.26 раза выше, чем к примеру через ЗАО «БТА Банк» по при условии, что все остальные входные переменные остаются неизменными.

Также модель показывает, что при увеличении процентной ставки на 1% увеличивается шансы дефолта у клиента в 2,5 раза по сравнению со среднестатистическим клиентом, при условии, что все остальные входные переменные остаются неизменными.

| PD    | educ  |    |    | Total  |
|-------|-------|----|----|--------|
|       | 0     | 1  | 2  |        |
| 0     | 4,017 | 5  | 67 | 4, 089 |
| 1     | 0     | 7  | 10 | 17     |
| Total | 4,017 | 12 | 77 | 4,106  |

Что касается уровня образования заемщиков, чем выше уровень образования, тем лучше показатели вероятности банкротства. Но образование имеет влияние. К примеру, на момент построения модели согласно точечной выборке только 10 заемщиков из 77 с высшим образованием были в просрочке (13%). В тоже время со средним образованием этот показатель составил 58%.

Вид ипотечного кредита в 59 раз влияет на увеличение или уменьшение вероятности дефолта у среднестатистического кредита. Из рекомендаций в результате исследования можно выделить, что необходимо провести анализ условий и критериев продуктов, и возможно пересмотреть условия отбора и анализа заемщиков в продукте «аренда с последующим выкупом» продукт №3 несмотря на то, что продукт является более социально ориентированным, поскольку степень рисков невозврата очень высокий.

| PD    | prod  |     |    | Total  |
|-------|-------|-----|----|--------|
|       | 1     | 2   | 3  |        |
| 0     | 3,456 | 627 | 6  | 4, 089 |
| 1     | 6     | 7   | 4  | 17     |
| Total | 3,462 | 634 | 10 | 4,106  |

Также моделирование показало, сфера деятельности заемщика оказывает большое влияние на снижение вероятности дефолта на 53%.

**Таблица 4. Результаты анализа влияние сферы деятельности**

| PD    | Activity |     |    |        |     |    |     | Total  |
|-------|----------|-----|----|--------|-----|----|-----|--------|
|       | 1        | 2   | 3  | 4      | 5   | 6  | 7   |        |
| 0     | 1, 609   | 530 | 87 | 1,146  | 126 | 63 | 528 | 4, 089 |
| 1     | 3        | 1   | 1  | 5      | 0   | 0  | 7   | 17     |
| Total | 1,612    | 531 | 88 | 1, 151 | 126 | 63 | 535 | 4,106  |

Самый большой показатель дефолта у «пострадавших» - 1,3% (7/535), что составляет 41% (7/17) от дефолтов всех видов деятельности.

**Таблица 5. Предельные эффекты модели (1):**

Average partial effects after lingit  
 $y=pr(PD)$

| variable | Coef.     | Std.Err  | Z    | P> (Z) | (95% Conf.interval) |          |
|----------|-----------|----------|------|--------|---------------------|----------|
| Bank 5   | .0069196  | .0039409 | 1.76 | 0.079  | -.0008044           | .0146436 |
| IR       | .0023485  | .0007454 | 3.15 | 0.002  | .0008879            | .0038093 |
| educ1    | .43448447 | .1454814 | 2.99 | 0.003  | .1493465            | .719623  |
| prod     | .0328289  | .0137312 | 2.39 | 0.17   | .0059163            | .0597415 |

|          |            |          |       |       |            |           |
|----------|------------|----------|-------|-------|------------|-----------|
| activity | -0.0019228 | .0006561 | -2.93 | 0.003 | -.00312088 | -.0006368 |
| UE       | -.0049655  | .0016353 | -3.04 | 0.002 | -.0081707  | -.0017604 |

Предельные эффекты подразумевают, что на сколько увеличится вероятность  $Y=1$  с ростом  $X$  на 1:

- вероятность дефолта увеличивается на 0,2% с ростом увеличения процентной ставки на 1%.
- вероятность дефолта увеличивается на 3% при увеличении 3 го продукта на 1 %
- средняя вероятность дефолта снижается на 0,1% в зависимости от вида деятельности по сравнению от 7 вида деятельности.
- вероятность дефолта снижается на 4% при снижении на 1% уровня безработицы

Таблица 6. Предельные эффекты при моделировании по продуктам

|      | Delta-method |           | z    | P> z  | [95% Conf. Interval] |          |
|------|--------------|-----------|------|-------|----------------------|----------|
|      | Margin       | Std. Err. |      |       |                      |          |
| prod |              |           |      |       |                      |          |
| 1    | .0017331     | .0007069  | 2.45 | 0.014 | .0003476             | .0031186 |
| 2    | .011041      | .00415    | 2.66 | 0.008 | .0029071             | .0191749 |
| 3    | .4           | .1549193  | 2.58 | 0.010 | .0963637             | .7036363 |

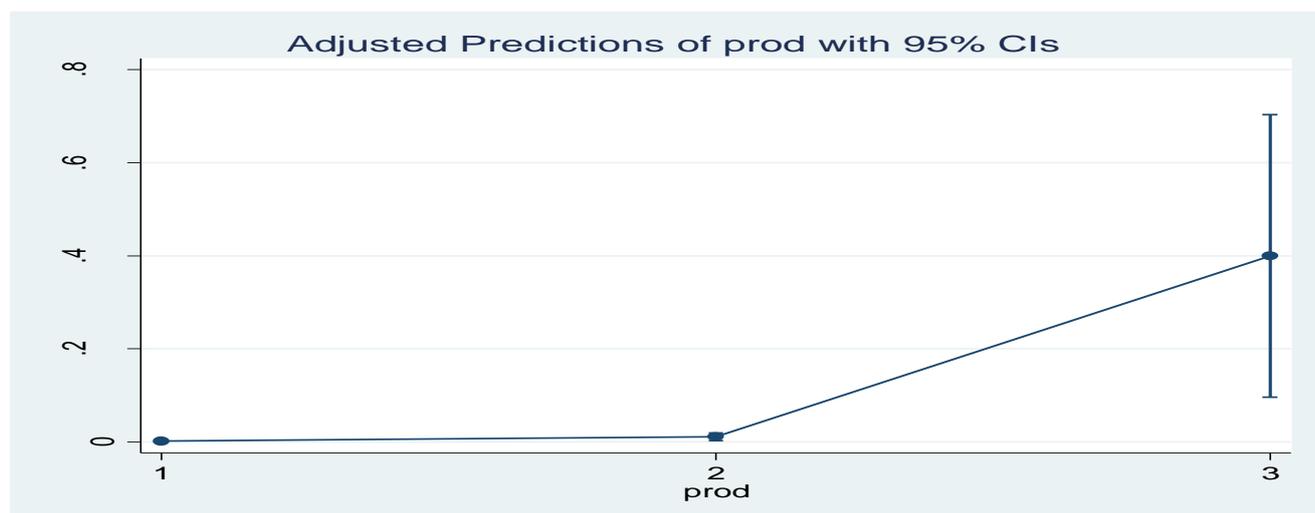


Диаграмма 4. Доверительные интервалы увеличения или снижения вероятности дефолта

У 3 ипотечного продукта «арендное жилье с последующим выкупом» наблюдается наиболее высокая вероятность наступления дефолта.

**Список использованной литературы:**

1. Модели логистической регрессии. Классификация данных. [Электронный ресурс] // <https://ecologymodeling.github.io/Part-4-topic-2.html> (дата обращения: 18.01.2020);
2. Лозинская А.М. // Оценка кредитного риска при ипотечном жилищном кредитовании// Москва – 2015. – С.93;
3. Управление рисками [Электронный ресурс] // <https://revolution.allbest.ru/bank/00630253.html> - С.52.

**References:**

1. Logistic regression models. Data classification. [Electronic resource] // <https://ecologymodeling.github.io/Part-4-topic-2.html> (date of access: 01/18/2020);
2. Lozinskaya A.M. // Assessment of credit risk in mortgage housing lending// Moscow - 2015. - P.93;
3. Risk management [Electronic resource] // <https://revolution.allbest.ru/bank/00630253.html> - C.52.

УДК 334

DOI 10.33514/ВК-1694-7711-2022-1(2)-190-195

**Касымбекова Жанара Байызбековна**

М. Рыскулбеков атындагы Кыргыз экономикалык университети, аспирант

**Касымбекова Жанара Байызбековна**

Кыргызский экономический университет им. М. Рыскулбекова, аспирант

**Kasymbekova Zhanara Bayyzbekovna**

Kyrgyz Economic University named after M. Ryskulbekov, postgraduate student

**ӨНДҮРҮШТҮН НЕГИЗГИ КӨРСӨТКҮЧТӨРҮН ЖАНА РЕГИОНДУН ЭРКИН  
ЭКОНОМИКАЛЫК ЗОНАЛАРЫН БАШКАРУУ ТУТУМУН ИЗИЛДӨӨ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА И СИСТЕМЫ  
УПРАВЛЕНИЯ СВОБОДНЫМИ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ЗОНАМИ РЕГИОНА  
RESEARCH OF THE MAIN INDICATORS OF PRODUCTION AND MANAGEMENT  
SYSTEM OF FREE ECONOMIC ZONES OF THE REGION**

**Аннотация:** Тилекке каршы азыркы учурда эркин экономикалык зоналар республиканын региондорунун экономикасынын бирдей эмес өсүү проблемалары менен байланышкан. Бул шарттарда бул макалада региондун Айыл чарба продукциясын өндүрүүнүн негизги көрсөткүчтөрүн өнүктүрүүгө байланыштуу маселелер камтылган. Белгилүү болгондой, илимий-техникалык прогресс Кыргызстандын экономикасынын агрардык секторунун өндүрүшүн уюштуруу жана башкаруу үчүн зор мааниге ээ. Эркин экономикалык зонаны башкаруу системасын өнүктүрүүнүн андан кем эмес маанилүү багыты региондун Айыл чарба продукциясын өндүрүүнүн негизги көрсөткүчтөрүн болжолдоо системасы болуп саналат.

**Аннотация:** К сожалению в настоящее время свободные экономические зоны связаны с проблемами неравномерного роста экономики регионов республики. В этих условиях в данную статью вошли вопросы связанные с исследованием развития основных