

# 08, август 2017

УДК 338.467.5

## **«Экономическое обоснование создания лаборатории для инновационной ДНК-диагностики»**

**Кузина Е.М., магистр**

Россия, 115409, г. Москва, НИЯУ МИФИ  
Кафедра «Управление бизнес-проектами»  
[lizzikuzina@mail.ru](mailto:lizzikuzina@mail.ru)

Научный руководитель: **Харитонов В.В., д.ф.-м.н., профессор НИЯУ МИФИ**  
Россия, 115409, г. Москва, НИЯУ МИФИ  
Кафедра «Управление бизнес-проектами»  
[VVKharitonov@mephi.ru](mailto:VVKharitonov@mephi.ru)

***Аннотация:** В статье рассматривается создание инновационной лаборатории для ДНК-диагностики. Разработана структура лаборатории; спрогнозированы денежные потоки при создании и эксплуатации лаборатории; определены основные капитальные и эксплуатационные затраты на создание лаборатории; спрогнозирована выручка от работы лаборатории для базового и более реалистичного варианта. На основании этих прогнозов определены инвестиционные показатели проекта для оценки его экономической эффективности.*

***Ключевые слова:** Лаборатория (laboratory), ДНК-диагностика (DNA-diagnostics), прогнозирование (forecasting), оценка экономической эффективности (estimation of economic efficiency).*

### **Введение**

В работе рассматривается экономическое обоснование создания гипотетической лаборатории с условным наименованием «Макс-ген-лаб», использующей инновационную систему для ДНК-диагностики, способной за 10 минут определять максимальное количество инфекций (до 100 инфекций). Лаборатория предназначена для предоставления индивидуальным пациентам и медицинским учреждениям широкий спектр лабораторно-диагностических исследований экспертного уровня ДНК-диагностики инфекционных заболеваний. Приборы для подобных ДНК-диагнозов успешно разрабатываются в настоящее время рядом компаний [1-6]. Технология ДНК-диагностики включает компактный прибор-детектор и сменные одноразовые картриджи со специальными

реагентами для выявления инфекций. Данные технологии основаны на современных молекулярно-генетических методах, ряд которых защищается авторами как «ноу-хау».

**Структура лаборатории «Макс-ген-лаб».** Лаборатория проектируется на первоначальное проведение 900 ДНК-анализов в месяц. Она будет располагаться в арендуемом помещении, состоящем из 4 комнат. В одной из комнат будет проходить непосредственно сам процесс диагностики. Вторая комната предназначена для хранения и второстепенных работ врачей и лаборантов. Третья комната отводится для расположения офиса, где будет находиться руководство, офисное оборудование, вся документация; здесь же будет переговорная. В четвертой комнате располагаются офисное оборудование и мебель для работы с клиентами. Оборудование для оснащения лаборатории молекулярной диагностики включает: микро-дозировочную установку, лимфолизатор (осушитель), приборы «Макс-ген», различный лабораторный инвентарь, компьютеры, сканеры, принтеры и т.п. Штат лаборатории будет состоять из руководителя, 2-х администраторов, 2-х врачей, 6-и лаборантов, 2-х курьеров.

**Критерии эффективности инвестиций в лабораторию.** Главным критерием прибыльности инвестиционного проекта является чистый дисконтированный доход NPV (руб.) - это приведенная к начальному моменту времени накопленная (суммированная) за время жизненного цикла  $T$  (лет) «чистая дисконтированная прибыль» [7-8]:

$$NPV = -\sum_{t=1}^{T_C} \frac{K_t}{(1+p)^t} + \sum_{t=T_C+1}^T \frac{R_t - Y_t}{(1+p)^t}. \quad (1)$$

Здесь  $K_t$  – капитальные затраты в году  $t$ , которые учитываются обычно только во время строительства объекта в период времени длительностью  $T_C$ , то есть от  $t=0$  до  $t=T_C$ ;  $Y_t$  - эксплуатационные затраты, которые, как и выручка  $R_t$  от реализации продукции (услуг), учитываются в процессе эксплуатации продолжительностью  $T_Э > T_C$ , то есть с момента времени  $t=T_C+1$  до  $t=T \equiv T_C+T_Э$ . Все денежные потоки ( $K_t$ ,  $R_t-Y_t$ ) приводятся к начальному моменту времени путем умножения на коэффициент приведения (коэффициент дисконтирования)  $(1+p)^{-t}$ . Величина  $p$  (1/год) – ставка (норма) дисконтирования. Сумма  $\sum_{t=1}^{T_C} K_t = K$  по определению представляет собой полные капитальные затраты  $K$  (руб) на строительство объекта. **Для прибыльности проекта величина NPV должна быть положительной ( $NPV > 0$ ).**

Рассмотрим сначала **идеальный (лучший) вариант проекта** в приближении «быстро строим, когда  $T_C \rightarrow 0$ , и долго эксплуатируем, когда  $T \approx T_Э \rightarrow \infty$ », дающий наглядные соотношения для критериев. Предположим для простоты, что ежегодные выручка и эксплуатационные затраты неизменны и соответственно равны  $R_t = R$ ,  $Y_t = Y$  (базовый вариант, как на рис. 1). Тогда первая часть суммы (1) есть просто полные капитальные затраты ( $-K$ ), а вторая часть суммы (1) представляет собой бесконечно убывающую геометрическую прогрессию со знаменателем прогрессии  $q = (1+p)^{-1}$ , сумма которой равна  $(R-Y)/p$ . В итоге для NPV получаем наивысшее значение при заданных параметрах проекта

- капитальных затратах  $K$  (руб), эксплуатационных затратах  $Y$  (руб/год) и выручке от продажи услуг  $R$  (руб/год):

$$NPV \leq -K + \frac{R - Y}{p}. \quad (2)$$

Отсюда следует, что для прибыльности проекта ( $NPV > 0$ ) выручка от продажи услуг на анализы должна превышать сумму капитальных (амортизационных) и эксплуатационных затрат:  $R > pK + Y$ . Как видно, при высоких капитальных затратах  $K$  выгодны низкие ставки дисконтирования  $p$ , то есть «дешевые кредиты».

В общем случае для определенных сроков строительства  $T_C$  (лет) и эксплуатации  $T_Y$  (лет) лаборатории из (1) вместо (2) получаем удобное для дальнейшего анализа выражение [8]

$$NPV = -K \cdot f_K + \frac{R - Y}{p} f_Y \leq -K + \frac{R - Y}{p}, \quad (3)$$

где безразмерные коэффициенты  $f_K \leq 1$  и  $f_Y \leq 1$ , учитывающие сроки сооружения и эксплуатации лаборатории, определяются формулами (для постоянных денежных потоков, рис.1)

$$f_K = \frac{1 - (1 + p)^{-T_C}}{p T_C}; \quad f_Y = \frac{1 - (1 + p)^{-T_Y}}{(1 + p)^{T_C}}. \quad (4)$$

Здесь учтено, что суммы в (1) при постоянных  $K_t$ ,  $Y_t$ ,  $R_t$  представляют собой суммы геометрических прогрессий. В идеальном случае  $f_K = 1$  и  $f_Y = 1$ .

**Из определения NPV (3) вытекают три дополнительных важных критерия:** внутренняя норма доходности проекта  $IRR$ , период окупаемости проекта  $T_{OK}$  и приведенная стоимость единицы продукции (в нашем случае, одного анализа)  $LCOP$ .

**Внутренняя норма доходности IRR** задает верхний предел ставки дисконтирования и процента на кредит. Подставляя в (3)  $NPV = 0$  при  $p = IRR$ , получаем выражение для определения  $IRR$ :

$$IRR \frac{f_K(IRR)}{f_Y(IRR)} = \frac{R - Y}{K}. \quad (5)$$

В идеальном случае «быстро строим и долго эксплуатируем», когда  $f_K/f_Y \approx 1$ , получаем из (5) или непосредственно из (2):

$$IRR \leq \frac{R - Y}{K}; \quad \frac{NPV}{K} = \frac{IRR}{p} - 1. \quad (6)$$

Как видно, для большей прибыльности проекта ставка дисконтирования должна быть заметно ниже  $IRR$ . То есть для устойчивости проекта величина  $IRR$  должна быть высокой.

**Для определения дисконтированного периода окупаемости проекта  $T_{OK}$**  достаточно во втором слагаемом выражения (3) верхний предел суммирования  $T$  заменить на  $T_{OK}$  и приравнять  $NPV$  нулю. В итоге находим взаимосвязь периода окупаемости с другими параметрами проекта

$$\Theta = \frac{-\ln\left(1 - K \frac{(1 + p)^{T_C} - 1}{(R - Y)T_C}\right)}{\ln(1 + p)} \geq \frac{-\ln\left(1 - \frac{p}{IRR}\right)}{\ln(1 + p)}. \quad (7)$$

Здесь обозначено  $\Theta = T_{\text{OK}} - T_{\text{C}}$  – период окупаемости, отсчитываемый от начала эксплуатации лаборатории ( $\Theta$  – греческая буква «тэта»). Правая часть выражения (7) представляет период окупаемости в идеальном случае. Исключая в (7) отношение  $(R-Y)/p$  с помощью определения (3), находим *взаимосвязь периода окупаемости с величиной NPV*:

$$\frac{NPV}{K \cdot f_K} = \frac{1 - (1+p)^{-T_0}}{1 - (1+p)^{-\Theta}} - 1. \quad (8)$$

Задавая целевое значение периода окупаемости  $\Theta = T_{\text{OK}} - T_{\text{C}}$ , отсчитываемого от начала эксплуатации лаборатории, можно из (8) получить необходимую для этого величину  $NPV > 0$ . Отношение  $NPV/(Kf_K)$  называют приведенным индексом прибыльности (рентабельности, доходности) проекта. Чем выше NPV, тем меньше период окупаемости. ***Предпочтителен проект с минимальным сроком окупаемости.***

**Приведенная стоимость анализа.** Входящую в выражение для NPV годовую выручку  $R$  от продажи услуг лаборатории можно представить в виде произведения годовой производительности лаборатории  $E$  (анализ/год) на цену  $C$  одного анализа (руб/анализ):  $R = E \cdot C$ . Очевидно, что чем меньше отпускная цена, тем меньше выручка и NPV. Минимально возможная цена продукции, при которой  $NPV = 0$ , и проект окупается только в конце его жизненного цикла, называется приведенной стоимостью единицы продукции или приведенной себестоимостью (в нашем случае  $\min C \equiv LCOP$  - Levelized Cost of Production). ***Предпочтителен тот проект, для которого приведенная (дисконтированная) стоимость анализа минимальна и ниже рыночной стоимости.*** Согласно (3) и (4) имеем:

$$LCOP = \frac{p_{\text{эф}} K + Y}{E} \geq \frac{pK + Y}{E}; \quad NPV = Z \cdot \left( \frac{C}{LCOP} - 1 \right). \quad (9)$$

Здесь  $p_{\text{эф}} = p \cdot f_K / f_Y \geq p$  – эффективная «норма амортизации капитальных затрат»;  $Z = Kf_K + (Y/p)f_Y$  – полные приведенные затраты за весь период жизненного цикла; безразмерные коэффициенты  $f_K$  и  $f_Y$  определяются выражениями (4). Из последнего выражения в (9) следует, что величина главного критерия эффективности инвестиционного проекта (NPV) определяется только двумя параметрами: полными приведенными затратами  $Z$  на сооружение и эксплуатацию лаборатории и превышением отпускной цены  $C$  над LCOP (то есть «маржой»).

**Выбор ставки дисконтирования денежных потоков.** В качестве ставки дисконтирования наиболее часто используют так называемую «средневзвешенную стоимость капитала» WACC (Weighted Average Cost of Capital):

$$p \geq WACC = (1-H)W_d R_d + W_a R_a, \quad (10)$$

где  $W_d = D/K$  и  $W_a = A/K$  — доли (веса - weights) долгового (Д) и собственного (акционерного) (А) капитала;  $K = D + A$  – сумма инвестированного капитала (капитальные затраты). Очевидно,  $W_d + W_a = 1$ . Величины  $R_d$  и  $R_a$  — это соответствующая стоимость

(желаемая доходность) «долгового» и «акционерного» капитала ( $R$  от слова Rate = ставка процента). Величина  $H$  — ставка налога на прибыль, выраженная в долях от единицы (в России  $H=0,2$ ).

Для создания лаборатории берется кредит в банке под  $R_d=15$  %/год. В этом случае согласно оценке «средневзвешенной стоимости капитала» имеем  $WACC=(1-H)R_d=12\%/год$ . С учетом инфляции ( $f_i=4$  %/год) и рисков проекта (непогашения обязательств; продление срока погашения обязательства и др., около  $f_R=6\%/год$ ) выбираем ставку дисконтирования  $p=R_d+f_i+f_R=22$  %/год [7].

Спрогнозируем далее денежные потоки при сооружении и эксплуатации лаборатории, необходимые для оценки критериев эффективности инвестиций.

**Прогнозирование капитальных затрат на создание лаборатории.** Капитальные затраты необходимы для подготовки и создания лаборатории с приборами «Макс-ген». Затраты будут складываться из стоимости приборов и лабораторного инвентаря; коммуникаций; лицензий; оснащения офиса; зарплаты строителей и монтажников, устанавливающих и проверяющих оборудование до начала его эксплуатации; проценты на кредиты, необходимые для создания лаборатории (табл. 1). Сооружение лаборатории занимает 1 год. Суммарные капитальные затраты составляют  **$K=8,9$  млн. руб.**

Таблица 1

**Капитальные вложения в создание лаборатории «Макс-ген-лаб»**

| Показатели                      | Сумма, млн. руб. |
|---------------------------------|------------------|
| Приборы Максиген (3шт)          | 1,5              |
| Лабораторный инвентарь          | 2                |
| Монтаж и установка оборудования | 1                |
| Подготовка помещения (ремонт)   | 1                |
| Коммуникации                    | 0,2              |
| Оснащение офиса                 | 3                |
| Лицензия и разрешение СЭС       | 0,2              |
| <b>Итого</b>                    | <b>8,9</b>       |

**Прогнозирование эксплуатационных затрат.** В состав эксплуатационных затрат «Макс-ген-лаб» входят следующие составляющие (табл.2):

Таблица 2

**Эксплуатационные затраты лаборатории «Макс-ген-лаб» (тыс.руб/мес)  
в базовом варианте (1080 анализов в месяц)**

| Наименование                                          | Сумма расходов |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| Эксплуатация приборов «Макс-ген» (3шт.)               | 18             |
| Аренда производственной площади (100 м <sup>2</sup> ) | 50             |
| Фонд оплаты труда (зарплата+начисления)               | 527            |
| Электроэнергия, тепло и др. коммунальные услуги       | 15             |
| Расходные материалы (картриджи, хим. реактивы,        | 180            |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| шприцы...) и их утилизация        |            |
| Реклама                           | 15         |
| Страховые выплаты                 | 10         |
| Налоги (НДС, налог на прибыль...) | 5          |
| Прочие затраты                    | 10         |
| <b>ИТОГО:</b>                     | <b>830</b> |

Налоги (НДС=18%, налог на прибыль=20%) зависят от объема продукции, выручки и прибыли. При расчете налогов учитывалось, что в базовом варианте (при постоянных ежегодной выручке и эксплуатационных расходах в первые 10 лет работы) и выполнении 1080 анализов в месяц рентабельность продаж (отношение чистой прибыли к выручке) была постоянной и равной 24%. В итоге, годовые эксплуатационные расходы составляют 9,96 млн. руб/год.

Расчет фонда оплаты труда производился исходя из состава лаборатории и окладов сотрудников, приведенных в табл.3. Врачи и лаборанты будут непосредственно проводить и контролировать сдачу и проведение анализов. Два сменных администратора будут заниматься оформлением договоров с клиентами. Курьеры нужны для доставки анализов в клиники или госучреждения, которые будут сотрудничать с лабораторией.

Таблица 3

#### Штатное расписание и расходы на фонд оплаты труда сотрудников «Макс-ген-лаб»

| Должность                | Кол-во штат. ед. | З/п тыс. руб./мес | ФОТ, тыс. руб/мес |
|--------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Руководитель лаборатории | 1                | 60                | 78,12             |
| Врач                     | 2                | 45                | 117,18            |
| Лаборант                 | 6                | 30                | 234,36            |
| Администратор            | 2                | 25                | 65,10             |
| Курьер                   | 2                | 12,5              | 32,55             |
| Итого                    | 13               |                   | 527,31            |

Годовой фонд оплаты труда составляет ≈6 328 тыс. руб.

**Прогнозирование выручки лаборатории за услуги по ДНК-диагностике.** Выручка лаборатории определяется суммой денег, полученных за месяц (год) за оказанные услуги по ДНК-диагностике, то есть количеством анализов за данный период и стоимостью одного анализа. Стоимость определения различных инфекций колеблется от 250 рублей до 5000 рублей (в зависимости от исследуемой инфекции). Так как прибор «Макс-ген» определяет до 100 инфекций в течение 10 минут, мы определили начальную среднюю цену около 1000 рублей. Предполагается, что в первое время лаборатория будет выполнять 36 анализов в день (по 12 анализов на прибор) вследствие малого количества заказчиков, успевших ознакомиться с новой лабораторией.

В базовом варианте (при постоянных ежегодной выручке и эксплуатационных расходах в первые 10 лет работы) и выполнении 1080 анализов в месяц по цене 1000 руб

за анализ, выручка составит 1,08 млн. руб/мес или 13,0 млн. руб/год. В процессе освоения лаборатории количество анализов (и их стоимость) будут постепенно возрастать за счет рекламы и качества анализов. Этот вариант рассмотрен далее.

**Расчет инвестиционных показателей проекта лаборатории «Макс-ген-лаб».** Рассмотрим в начале базовый вариант с постоянной выручкой  $R=13$  млн. руб/год и эксплуатационными расходами  $Y=9,9$  млн. руб/год с капитальными затратами  $K=8,9$  млн.руб. при  $E=12\,960$  анализов в год (рис.1).



**Рис.1.** Прогноз динамики денежных потоков в процессе сооружения и эксплуатации лаборатории «Макс-ген-лаб» в базовом режиме.

Оценим показатели эффективности в приближении «идеального инвестиционного проекта» («быстро строим и долго эксплуатируем»).

По формуле (2) при ставке дисконтирования  $0,22 \text{ год}^{-1}$  находим

$$NPV = -K + (R - Y)/p = -8,9 + (13,0 - 9,9)/0,22 \approx 5,19 \text{ млн. руб.}$$

То есть коэффициент рентабельности инвестиций  $NPV/K \approx 58\%$  достаточно высок [3].

Внутренняя норма доходности вдвое превышает ставку дисконтирования, что важно для устойчивости проекта:  $IRR = (R - Y)/K = 0,35 \text{ год}^{-1}$  (35 %/год).

Приведенная стоимость одного анализа находится в зоне наиболее низких рыночных цен:

$$LCOP = (pK + Y)/E = (0,22 \cdot 8,9 + 9,9) \cdot 10^6 / 12960 \approx 915 \text{ руб/шт.}$$

Дисконтированный период окупаемости определяется по формуле (7)

$$T_{ок} = \frac{-\ln\left(1 - \frac{p}{IRR}\right)}{\ln(1 + p)} \approx 5 \text{ лет}$$

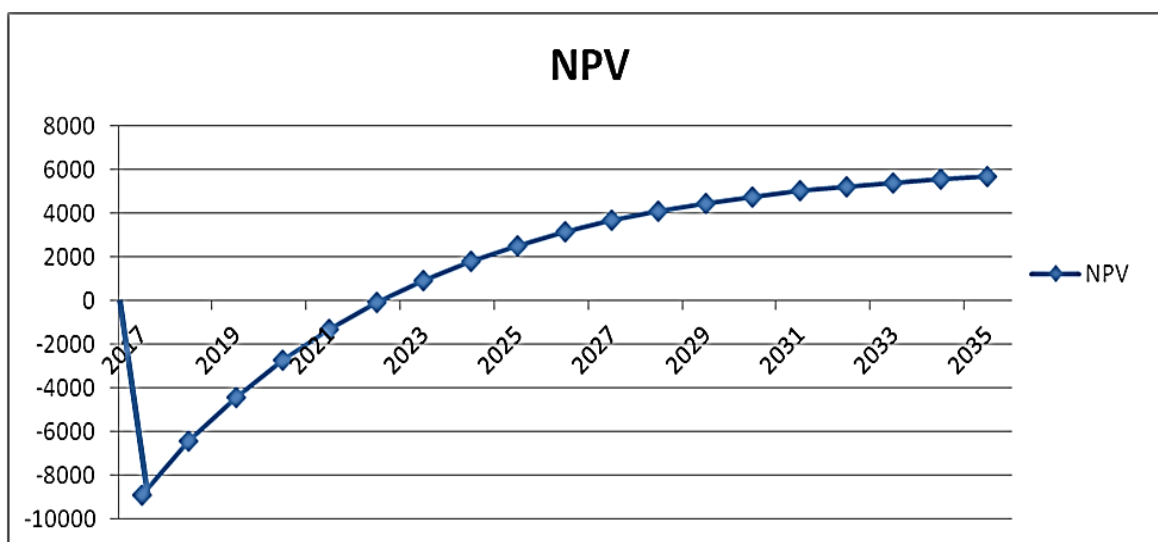
Полученные оценки критериев эффективности проекта «Макс-ген-лаб» свидетельствуют о возможности прибыльной деятельности лаборатории.

Рассмотрим **вариант проекта с учетом реального срока сооружения** лаборатории (1 год) и срока эксплуатации 15 лет. При ставке дисконтирования 22% годовых



коэффициенты  $f_K$  и  $f_Y$  согласно формулам (4) равны  $f_K=0,82$  и  $f_Y=0,78$ . Поэтому величина  $NPV=3,7$  млн. руб. уменьшилась по сравнению с идеальным вариантом. Внутренняя норма доходности также сократилась до  $IRR=27\%/год$ , а период окупаемости практически не изменился  $\Theta \approx 5$  лет ( $T_{ок}=6$  лет). Приведенная себестоимость анализа незначительно возросла до 923 руб/шт.

Далее рассмотрим **вариант с инфляцией и ростом производительности** лаборатории. Положим инфляцию в размере 4 %/год, рост производительности – 2 %/год, срок эксплуатации лаборатории 20 лет. Инфляция приводит, с одной стороны, к росту цены на анализ, а с другой стороны, к росту эксплуатационных затрат. В итоге за 20 лет цена за анализ возрастет в 2,2 раза до 2200 руб/шт., выручка благодаря росту цен и производительности возрастет (при наличии покупательной способности заказчиков анализов) в 3,3 раза до 43 млн. руб/год. Эксплуатационные расходы возрастут в 2,2 раза до 22 млн. руб/год. В этом случае расчет проводится непосредственно по формуле (1) с переменным  $T$ .



**Рис. 2.** Прогноз динамики NPV в процессе сооружения лаборатории «Макс-ген-лаб» при инфляции 4 %/год и росте производительности лаборатории 2 %/год.

Как следует из рис.2, величина NPV становится положительной через 5,2 года. Это и есть дисконтированный период окупаемости проекта. Его величина превышает таковой для идеального варианта на несколько месяцев. К концу планового жизненного цикла проекта (то есть через 19 лет) величина NPV достигнет предельной положительной величины 5,8 млн. руб. Отсюда следует, что коэффициент эффективности инвестиций (Индекс рентабельности инвестиций) в лабораторию  $NPV/K = 65\%$ .

### Заключение

В работе дано экономическое обоснование создания гипотетической лаборатории для инновационной ДНК-диагностики, способной за 10 минут определять максимальное количество инфекций (до 100 инфекций). Лаборатория предназначена для предоставления индивидуальным пациентам и медицинским учреждениям широкий спектр лабораторно-



диагностических исследований экспертного уровня в области ДНК-диагностики инфекционных заболеваний.

По разработанной авторами методике определены критерии эффективности инвестиций в лабораторию: чистый дисконтированный доход, норма внутренней доходности, период окупаемости, коэффициент рентабельности и приведенная стоимость анализов. На основе полученных инвестиционных показателей проекта лаборатории можно сделать вывод о том, что ее осуществление является целесообразным и привлекательным для инвесторов, желающих вложить свои средства в инновационную компанию.

### Список литературы

- [1]. Генетические тесты в России: игроки, проблемы и тенденции. Текст: Людмила Кудрявцева. Rusbase. 2016. Режим доступа: <http://rb.ru/longread/dnatech/> (дата обращения: 12.04.2017).
- [2]. Валиев Р. ДНК-тестирование в России: перспективы и возможности. 15.07.2016. Режим доступа: <http://riaami.ru/read/145996> (дата обращения: 12.04.2017).
- [3]. Шипулин Г.А. На пороге революционных свершений. Hi+Med. Диагностика. Молекулярная диагностика. 2014. С. 22-24.
- [4]. Mark D. Hughes. Molecular Diagnostics Market Trends and Outlook. IVD MARKET REACH. Enterprise Analysis Corporation. 2013. p.1-16. Режим доступа: <http://www.eacorp.com/> (дата обращения: 12.04.2017).
- [5]. Максиген – создание мобильной системы для ДНК-диагностики. 22.05.2016. Режим доступа: <https://www.slideshare.net/alexandererlikh/maxygen> (дата обращения: 12.04.2017).
- [6]. Стартапы Зеленоградского наноцентра: «Максиген» - мобильная ДНК-диагностика. Режим доступа: <http://www.zelenograd.ru/news/10111/> (дата обращения: 12.04.2017).
- [7]. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика. М.: Дело, Академия народного хозяйства. 2008. 1104 с.
- [8]. Харитонов В.В. Динамика развития ядерной энергетики. Экономико-аналитические модели. М.: НИЯУ МИФИ. 2014. 328 с.