С.М. Анцыз

Институт математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск;
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

С.М. Лавлинский

Институт математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск;
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск; Забайкальский государственный университет, Чита

А.А. Панин

Институт математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск;
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

А.В. Плясунов

Институт математики им. С.Л. Соболева, Новосибирск;
Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

Двухуровневые модели формирования инвестиционной и налоговой политики в ресурсном регионе¹

Аннотация. В статье изучается механизм формирования инвестиционной и налоговой политики в ресурсном регионе, в рамках которого государство дает налоговые льготы и оказывает помощь инвестору в создании инфраструктуры и реализации части природоохранных мероприятий. Для этого формулируется модель двухуровневого математического программирования и на реальных данных Забайкальского края изучаются свойства равновесных решений и программ освоения минерально-сырьевой базы, разработанных на их основе. Результаты моделирования говорят о необходимости учета комплементарности мер инвестиционной и налоговой политики в процессе стратегического планирования. В общем случае для стимулирования частных инвестиций государство должно использовать полный набор инструментов — строить инфраструктуру, реализовывать часть необходимых природоохранных мероприятий и предоставлять некоторым сырьевым проектам налоговые льготы определенного уровня. Методология формирования такой политики должна быть основана на анализе предложений инвесторов, общих планах развития территории и поиске компромисса интересов бюджета, населения и частного инвестора. Область применения результатов исследования — разработка программы освоения минерально-сырьевой базы, включающей планы развития производственной инфраструктуры и формирования пакетов инвестиционных предложений, определяющих размеры предоставляемых налоговых льгот.

Ключевые слова: *программа освоения минерально-сырьевой базы, инвестиционная политика, налоговые льготы, производственно-инфраструктурные проекты, раздел ренты, двухуровневые задачи математического программирования.*

Классификация JEL: C61, Q32, Q58, H32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2020-48-4-2

¹ Авторы благодарны анонимному рецензенту, замечания которого позволили радикально улучшить текст статьи. Статья подготовлена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 19-010-00910 и 20-010-00151).

1. Введение

В современных российских условиях проблема устойчивого развития ресурсного региона приобретает специфические черты, требующие дополнительных инструментов воздействия на инвестора. Ключевую роль здесь играют меры инвестиционной и налоговой политики, предпринимаемые государством для стимулирования инвестиционной активности бизнеса.

Для большинства сибирских и северных регионов характерна ситуация, когда инвестор не может реализовать инвестиционный проект, поскольку для этого нет необходимой инфраструктуры, а государство не хочет вкладывать деньги в инфраструктурные проекты, пока нет уверенности в том, что эта инфраструктура будет загружена. Для сырьевых территорий с экстремальными природно-климатическими условиями на первый план зачастую выходят проблемы, связанные с затратами на реализацию необходимых природоохранных мероприятий, объем которых дестимулирует потенциального инвестора.

Налоговые льготы — эффективный рычаг подъема уровня заинтересованности инвестора в реализации проекта. В процессе оценки рентабельности проекта освоения месторождения узким местом является налоговая нагрузка. Это связано с нестабильностью ставок налогообложения и порядка его администрирования. В этих условиях налоговые льготы обеспечивают дополнительные возможности достижения компромисса интересов инвестора и государства. В ряде случаев это дает возможность обеспечить достаточную рентабельность даже в периоды низких цен.

Практический опыт говорит о том, что государство, решая вышеперечисленные проблемы, применяет традиционные инструменты поддержки бизнеса. Используя средства Инвестиционного фонда РФ, оно строит производственную инфраструктуру (см., например, проект «Создание транспортной инфраструктуры для освоения минерально-сырьевых ресурсов юго-востока Читинской области» (Glazyrina et al., 2014)), финансирует реализацию большого комплекса природоохранных мероприятий, связанных со строительством водохранилища Богучанской ГЭС в проекте «Комплексное развитие Нижнего Приангарья» (Lavlinskii, 2010).

Среди практических мер налоговой политики, используемых в недропользовании, основная роль отведена налоговым льготам. Практика предоставления налоговых преференций в нефтегазовых регионах поставлена на поток, но зачастую именно она порождает сомнения в выполнении льготами своего предназначения и в предоставлении их тем, кому они действительно нужны (Токарев, 2000; Герман, Макарова, 2017). Налоговый режим соглашения о разделе продукции, механизм которого разработан специально для применения в нестабильных экономиках, по ряду причин так и не стал разумным дополнением системы лицензионных соглашений (Johnston, 1994; Лавлинский, 2000).

Проблема анализа взаимосвязи между различными мерами государственной политики и региональным экономическим ростом широко освещается в литературе. Основной урок, который можно извлечь из обзора литературы по региональному развитию, заключается в том, что какой-то один стимул или вид деятельности по развитию не может привести к успеху программы или проекта (Lall, 1999). В этих условиях исследование комплементарности мер государственной поддержки — важное направление поиска, в рамках которого необходимо определить принципы согласования планов инвестиций в инфраструктуру и налоговых льгот (Chhibber, Dailami, 1990).

Задача формирования механизмов стимулирования частных инвестиций и оценка их результативности до сих пор не решена в России. Устоявшаяся практика принятия таких решений в недропользовании оперирует, в основном, политическими аргументами и простыми оценками эффективности принимаемых решений, основанными на анализе технологических проектов и текущих сырьевых цен. Априорная уверенность в том, что всякая комбинация инструментов поддержки бизнеса всегда приносит положительный результат, не имеет под собой оснований, если мы ставим задачу соблюдения интересов не только частного бизнеса, но и общества в целом.

Эту задачу невозможно решить в отрыве от проблем стратегического планирования, ядром которого является формирование программы освоения минерально-сырьевой базы (МСБ). В рамках такой программы необходимо выбрать проекты создания производственной инфраструктуры, стимулирующие развитие территории и привлечение инвесторов. Кроме того, должны быть определены возможные объемы дополнительных налоговых льгот и помощи инвестору в природоохранном строительстве. Вкупе планируемые действия должны обеспечивать соблюдение основных принципов устойчивого развития и получение обществом возможно большей части ренты как стоимости, созданной природой.

Каким должен быть механизм стимулирования частных инвестиций, объединяющий меры инвестиционной и налоговой политики государства и заложенный в основу программы освоения природных ресурсов территории?

Имеющийся практический опыт говорит о высоком уровне сложности этой задачи даже на среднесрочных временных горизонтах. А если говорить о долгосрочном горизонте и проблемах устойчивого развития, то, вообще говоря, нужен специальный экономико-математический инструментарий формирования политики и программы освоения, построенной на ее основе, а также анализ свойств ожидаемой траектории развития территории с точки зрения обеспечения компромисса интересов государства, населения и частного инвестора (Лавлинский, 2008).

Эта проблема находится в центре внимания настоящей работы. Основная цель — разработка и апробация модельного инструментария

поддержки процесса принятия управленческих решений в области формирования инвестиционной и налоговой политики в ресурсном регионе. Такой инструментарий – основа практической методологии, позволяющей решить, в каких условиях предпочтительны налоговые льготы и в каких – предпочтительны инвестиции государства в инфраструктурные и природоохранные проекты, включая ответ на вопрос, для кого они предпочтительны (бюджет, инвестор, население региона).

Предлагаемый подход основан на аппарате двухуровневого программирования (Dempe, 2002) и учитывает особенности иерархии взаимодействия государства и частного инвестора в минерально-сырьевом секторе. Результаты исследования говорят о необходимости учета комплементарности мер государственной поддержки в ресурсном регионе. В общем случае в процессе разработки стратегии освоения МСБ государство должно формировать инвестиционную и налоговую политику, используя полный набор инструментов – строя инфраструктуру, реализуя часть необходимых природоохранных мероприятий и давая некоторым сырьевым проектам налоговые льготы определенного уровня. Пропорции использования отдельных мер инвестиционной и налоговой политики могут быть определены в результате решения двухуровневой задачи математического программирования, информационная база которой строится на основе анализа предложений инвесторов и общих планов развития территории. Это позволяет достичь компромисса интересов бюджета, населения, частных инвесторов и сформировать программу освоения природно-ресурсного комплекса, эффективную в долгосрочном плане.

2. Модельный инструментарий

Как выбрать меры инвестиционной и налоговой политики в рамках долгосрочной стратегии развития конкретного сырьевого региона? Объем и направления государственных инвестиций в инфраструктуру определяется на основе анализа открывающихся рентабельных для инвестора проектов освоения месторождений и мультипликативных эффектов строящейся инфраструктуры в несырьевом секторе региональной экономики (Weisbrod, Lynch, Meyer, 2009; Lakshmanan, 2011; Mackie, Worsley, Eliasson, 2014).

Налоговые льготы – один из наиболее распространенных способов государственного стимулирования инвестиционной деятельности. Однако при установлении льгот, которые уменьшают доходы бюджета, необходимо оценить их эффективность и значимость для инвесторов. Виды налоговых льгот и их влияние на процесс инвестирования исследовались в ряде работ (Cummins, Hassett, Hubbard, 1996; Hall, Jorgenson, 1967; Feldstein, Flemming, 1971; Vergara, 2010; Romer C., Romer D., 2010; Yagan, 2015). Используемые в них модели в основном посвящены анализу влияния налогов на соотношение выгод и издержек от инвестирования. Некоторые авторы моделируют дополнитель-

ный канал влияния налогов на инвестиции в условиях ограниченного доступа к финансированию и показывают, как снижение налоговой нагрузки способно положительно повлиять на инвестиции за счет увеличения денежного потока (Fazzari, Hubbard, Petersen et al., 1988).

Для развивающихся экономик налоговые льготы могут как создавать стимулы к инвестированию, так и препятствовать осуществлению инвестиций (Boadway, Anwar, 1992; Klemm, Parys, 2012; Zolt, 2015). В работах российских исследователей (Karzanova, 2002; Васильева, Гурвич, Субботин, 2003) акцент делается на отдельных элементах эмпирического анализа влияния налогов на инвестиции компаний, что позволяет лишь косвенно оценить влияние налогов на инвестиции.

По мнению ряда авторов, для полноценного ответа на вопрос о том, как изменение налоговой системы влияет на уровень инвестиций, нужна модель общего равновесия (Zwick, Mahon, 2017; Лазарян, Черноталова, 2017). Авторы настоящей статьи разделяют эту позицию и видят свою задачу в разработке модели формирования инвестиционной и налоговой политики государства в ресурсном регионе на основе поиска общего равновесия, в рамках которого достигается компромисс интересов всех участвующих сторон — государства, населения и инвестора.

Согласно сложившейся практики принятия управленческих решений в минерально-сырьевом комплексе (МСК) для моделирования особенностей процесса нахождения такого компромисса может быть использован подход, основанный на двухуровневом программировании (Dempe, 2002). Лидером (верхний уровень) здесь выступает государство, дающее налоговые льготы и запускающее природоохранные и инфраструктурные проекты в соответствии с выбранной инвестиционной и налоговой политикой. Это не только развивает экономику территории, но и устраняет проблему дополнительных затрат инвестора, связанных с привязкой проектов к территории, открывая возможность рентабельного освоения месторождений. В роли Последователя (нижний уровень) выступает частный инвестор, который рационально выбирает программу освоения МСБ в ответ на проводимую государством политику.

Входные и выходные параметры такой модели могут быть описаны следующим образом. Основные объекты в модели — наборы инфраструктурных и производственных проектов, реализуемых государством и частным инвестором соответственно, а также совокупность экологических (природоохранных) проектов, необходимых для компенсации экологических потерь. Дополнительно на входе модели задаются возможные варианты налоговых предпочтений для производственных проектов.

На выходе модели мы получаем программу развития территории (набор запускаемых инфраструктурных и производственных проектов), механизм раздела затрат в процессе реализации экологических

проектов между государством и инвестором и сценарий льготирования по отдельным производственным проектам.

Формальное описание модели может быть представлено следующим образом. Введем обозначения: NP , NI и NE — число производственных, инфраструктурных и экологических проектов соответственно; NM — число возможных уровней налоговых льгот; T — горизонт планирования; $i=1, \dots, NP$; $j=1, \dots, NI$; $k=1, \dots, NE$; $m=1, \dots, NM$; $t=1, \dots, T$.

Производственный проект i в году t : CFP_{it} — поток наличности проекта; EPP_{it} — стоимостная оценка экологического ущерба от реализации проекта; DBP_{it} — бюджетные доходы от реализации проекта; ZPP_{it} — доходы населения (зарботная плата) в проекте; TP_{imt} — объем налоговой льготы уровня m .

Инфраструктурный проект j в году t : ZI_{jt} — затраты на реализацию проекта; EPI_{jt} — стоимостная оценка экологического ущерба от реализации проекта; VDI_{jt} — доходы государства от развития экономики территории при реализации проекта, непосредственно не связанные с недропользованием; ZPI_{jt} — доходы населения (зарботная плата) в проекте.

Экологический проект k в году t : ZE_{kt} — затраты на реализацию проекта; EDE_{kt} — стоимостная оценка доходов населения, полученных в результате реализации проекта; ZPE_{kt} — зарботная плата, полученная в процессе реализации проекта.

μ_{ij} — индикатор технологической связности производственных и инфраструктурных проектов, равный 1, если для реализации производственного проекта i необходима реализация инфраструктурного проекта j , и равный 0 в остальных случаях.

v_{ik} — индикатор связности производственных и экологических проектов, равный 1, если реализация производственного проекта i требует реализации экологического проекта k , и равный 0 в остальных случаях.

DG , DI — дисконты государства и инвестора соответственно; $BudG_t$, $BudI_t$ — бюджетные ограничения государства и инвестора соответственно.

Будем использовать следующие булевы переменные: $x_j=1$, если государство реализует инфраструктурный проект j , иначе $x_j=0$; $y_k=1$, если государство реализует экологический проект k , иначе $y_k=0$; $\bar{y}_k=1$, если государство готово реализовать экологический проект k , иначе $\bar{y}_k=0$; $\phi_{im}=1$, если государство предоставляет производственному проекту i льготу уровня m , иначе $\phi_{im}=0$; $\bar{\phi}_{im}=1$, если государство готово предоставить производственному проекту i льготу уровня m , иначе $\bar{\phi}_{im}=0$; $z_i=1$, если инвестор запускает производственный проект i , иначе $z_i=0$; $u_k=1$, если инвестор запускает экологический проект k , иначе $u_k=0$.

Модель формирования инвестиционной и налоговой политики может быть представлена в виде следующей двухуровневой задачи математического программирования.

Задача государства. Максимизировать чистый приведенный доход государства и населения

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{NP} (DBP_{it} + ZPP_{it} - EPP_{it}) z_i - \sum_{i=1}^{NP} \sum_{m=1}^{NM} TP_{imt} \phi_{im} + \right. \\ & \quad \left. + \sum_{j=1}^{NI} (VDI_{jt} + ZPI_{jt} - EPI_{jt} - ZI_{jt}) x_j + \right. \\ & \quad \left. + \sum_{k=1}^{NE} (EDE_{kt} + ZPE_{kt} - ZE_{kt}) y_k + \sum_{k=1}^{NE} (EDE_{kt} + ZPE_{kt}) u_k \right] / (1 + DG)^t \Rightarrow \max \end{aligned} \quad (1)$$

при условиях:

$$\sum_{j=1}^{NI} ZI_{jt} x_j + \sum_{k=1}^{NE} ZE_{kt} \bar{y}_k \leq BudG_t, \quad t = 1, \dots, T, \quad (2)$$

$$\sum_{m=1}^{NM} \bar{\phi}_{im} \leq 1, \quad i = 1, \dots, NP, \quad (3)$$

$$x_j, \bar{y}_k, \bar{\phi}_{im} \in \{0; 1\}, \quad j = 1, \dots, NI; \quad k = 1, \dots, NE; \quad i = 1, \dots, NP; \quad m = 1, \dots, NM, \quad (4)$$

$$(y, z, u, \phi) \in F^*(x, \bar{y}, \bar{\phi}), \quad (5)$$

где $F^*(x, \bar{y}, \bar{\phi})$ – множество оптимальных решений задачи инвестора.

Задача инвестора. Максимизировать суммарный чистый приведенный доход

$$\sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{NP} \left(CFP_{it} z_i + \sum_{m=1}^{NM} TP_{imt} \phi_{im} \right) - \sum_{l=1}^{NE} ZE_{lt} u_l \right] / (1 + DI)^t \Rightarrow \max \quad (6)$$

при условиях:

$$-\sum_{i=1}^{NP} \left(CFP_{it} z_i + \sum_{m=1}^{NM} TP_{imt} \phi_{im} \right) + \sum_{l=1}^{NE} ZE_{lt} u_l \leq BudI_t, \quad (7)$$

$$\sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{NP} \left(CFP_{it} z_i + \sum_{m=1}^{NM} TP_{imt} \phi_{im} \right) - \sum_{l=1}^{NE} ZE_{lt} u_l \right] / (1 + DI)^t \geq 0, \quad (8)$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=1}^T \left[\sum_{i=1}^{NP} (ZPP_{it} - EPP_{it}) z_i + \sum_{j=1}^{NI} (ZPI_{jt} - EPI_{jt}) x_j + \right. \\ & \quad \left. + \sum_{k=1}^{NE} (EDE_{kt} + ZPE_{kt}) (y_k + u_k) \right] / (1 + DG)^t \geq 0, \end{aligned} \quad (9)$$

$$x_j \geq z_i \mu_{ij}, \quad i = 1, \dots, NP; \quad j = 1, \dots, NI, \quad (10)$$

$$y_k + u_k \geq z_i v_{ik}, \quad i = 1, \dots, NP; \quad k = 1, \dots, NE, \quad (11)$$

$$y_k + u_k \leq 1, \quad k = 1, \dots, NE, \quad (12)$$

$$y_k + u_k \leq \sum_{i=1}^{NP} z_i v_{ik}, \quad k = 1, \dots, NE, \quad (13)$$

$$y_k \leq \bar{y}_k, \quad k = 1, \dots, NE, \quad (14)$$

$$\phi_{im} \leq \bar{\phi}_{im}, \quad i = 1, \dots, NP; \quad m = 1, \dots, NM, \quad (15)$$

$$\begin{aligned} & y_k, z_i, u_k, \phi_m \in \{0; 1\}, \quad i = 1, \dots, NP; \quad k = 1, \dots, NE; \\ & j = 1, \dots, NI; \quad m = 1, \dots, NM. \end{aligned} \quad (16)$$

Целевая функция государства представляет собой чистый дисконтированный доход пары «государство — население»² и состоит из трех частей (1). Первая часть складывается из доходов государства и населения от производственных проектов с учетом экологических потерь, связанных с их реализацией, и налоговых льгот всех уровней; вторая и третья части — с реализацией инфраструктурных и экологических проектов.

Ограничения (2) гарантируют, что затраты государства на инфраструктуру и экологию не выйдут за рамки бюджета. Ограничения (3) запрещают государству предоставлять сразу несколько налоговых льгот разного уровня одному проекту. Ограничения (5) означают, что инвестор действует оптимальным для себя образом.

Доход частного инвестора определяется целевой функцией (6). Из (7) следует, что затраты инвестора в каждый год не превышают бюджета с учетом доходов от реализации инвестиционных проектов и налоговых льгот. Выполнение (9) говорит о достижении компромисса между интересами населения и частного инвестора — полученная заработная плата и доходы от реализации экологических проектов превосходят стоимостную оценку негатива от загрязнения окружающей среды. Получение нормальной прибыли инвестором обеспечивает (8). Ограничения (10)–(12) определяют технологическую связность проектов и невозможность реализации одних и тех же экологических проектов одновременно инвестором и государством. Ограничение (13) блокирует запуск автономного экологического проекта без запуска какого-либо из связанных с ним производственных проектов, а (14)–(15) гарантируют реализацию государством только включенных в бюджет экологических проектов и использование инвестором только предложенных льгот.

Таким образом, Лидер (государство) решает задачу верхнего уровня, пытаясь найти компромисс между интересами населения и доходами бюджета, а рентоориентированный инвестор (Последователь) стремится получить максимальную рентабельность на основе сигналов о выбираемой инвестиционной и налоговой политике государства.

Рентная оценка конкретного месторождения — это NPV проекта освоения с дисконтом государства за вычетом NPV соответствующего экологического проекта. Конструкция целевой функции государства построена так, чтобы в первом слагаемом были отражены доходы бюджета, а в третьем — затраты на реализацию экологических проектов, взятых на себя государством. Это обстоятельство позволяет говорить о том, что, решая задачу, мы в определенной степени решаем проблему максимизации части ренты, получаемой государством, и, таким образом, находим компромисс интересов участвующих сторон — государства, получающего максимально возможную часть ренты; частного

² Постановка (1)–(16) объединяет интересы государства и населения в одной целевой функции и, вообще говоря, не позволяет разделить эффекты, полученные бюджетом и населением. Отчасти такое положение дел компенсируется ограничением (9), блокирующим так называемые «грязные» проекты и обеспечивающим положительность дохода населения. Для того чтобы разделить бюджет и население, можно перейти на верхнем уровне к двухкритериальной задаче с целевой функцией дохода населения в виде левой части (9) и целевой функцией государства, собирающей только бюджетные эффекты.

инвестора, максимизирующего свой дисконтированный доход; населения территории, благом для которого служат новые рабочие места и получаемые в проектах доходы, а потерями — экологический негатив.

3. Результаты численного эксперимента

Информационная база модели (1)–(16) формируется с помощью специализированных прогнозных моделей, позволяющих в достаточной степени детально описать процессы реализации проектов всех видов (Лавлинский, 2008). Для инфраструктурных и природоохранных проектов на основе проектной документации строятся графики затрат ZI_{jt} , ZE_{kt} ; для проектов освоения месторождений в моделях — прогнозы рыночных цен и объемов реализации продукции. Прогнозы капитальных и эксплуатационных затрат всех видов рассчитываются на основе ТЭО проекта и фиксируют полный объем технологически необходимых затрат. Это позволяет получить графики кэшфло CFP_{it} и доходов бюджета DBP_{it} , в которых учтены все виды налоговых платежей и технологических затрат, отраженных в ТЭО проекта.

Для демонстрации методики использования описанного инструментария в работе используется специальный модельный полигон, прообразом которого является набор из 50 месторождений полиметаллических руд Забайкальского края. В примере реализуется 50 экологических и 10 инфраструктурных проектов (железная дорога, ЛЭП, автомобильные дороги), построенных таким образом, чтобы при реализации полной инфраструктурной и природоохранной программы все проекты освоения месторождений могли быть запущены. Для каждого из месторождений предусмотрено 5 уровней льгот по налогу на прибыль в размере 20; 40; 60; 80; 100% региональной части налога. Параметр TP_{imt} определяется на основе прогноза базы по налогу на прибыль в имитационной модели процесса освоения месторождения (Лавлинский, 2008). Для решения задачи (1)–(16) используется оригинальный гибридный алгоритм, основанный на локальном спуске и пакете CPLEX (Lavlinskii, Panin, Plyasunov, 2015, 2016).

Методика численного эксперимента основана на анализе изменения свойств решений задачи (1)–(16) при вариации основных параметров модели. К таким свойствам отнесены значения целевых функций государства и инвестора; число запущенных инфраструктурных и производственных проектов; пропорции раздела затрат на реализацию природоохранных проектов между государством и инвестором; число производственных проектов, реализуемых с налоговыми льготами, и средний уровень таких льгот; доля ренты, полученная государством в виде налогов. Этот перечень позволяет экономически содержательно интерпретировать последствия выбранной инвестиционной и налоговой политики и определить ожидаемые тенденции при изменении ключевых параметров модели. На этой основе уже можно говорить о факторах предпочтительности разных комбинаций инструментов

поддержки в зависимости от условий реализации программы освоения МСБ и экологических эффектов.

Наряду с исходной двухуровневой моделью будем рассматривать стандартную задачу математического программирования с переменными $x, y, z, u, \phi \in \{0; 1\}$, целевой функцией государства (1) и ограничениями (2), (3), (7)–(13), (16). Решение такой одноуровневой задачи определяет максимальное значение функционала государства в двухуровневой модели. Это обстоятельство позволяет рассматривать одноуровневую модель как предельный случай двухуровневой и использовать решение одноуровневой задачи в качестве идеального ориентира, описывающего поведение рационально действующего государства, принимающего решения за инвестора.

На рис. 1–2 приведены результаты расчетов, в которых анализировалась чувствительность решения задачи к изменению ключевых параметров модели – дисконтов инвестора и государства. В расчетах ставки дисконтирования государства и инвестора менялись от 1 до 11% и от 11 до 21% соответственно. На полученной расчетной сетке параметров сравнивались показатели четырех моделей – базового варианта инвестиционной политики (помощь государства в инфраструктурном и природоохранном строительстве, налоговые льготы отсутствуют) в двухуровневой (А) и одноуровневой (В) постановках, а также двух- и одноуровневых моделей базовой инвестиционной политики, дополненной налоговыми льготами (С, D).

Рис. 1

Целевая функция государства

Проиллюстрируем результаты взаимодействия отдельных мер инвестиционной и налоговой политики в рабочих диапазонах ставки дисконтирования участников. С точки зрения целевой функции государства дополнение базовой инвестиционной политики налоговыми льготами в двухуровневой постановке обеспечивает прирост эффективности, наиболее существенный в области высоких значений ставок дисконтирования (см. рис. 1). При этом налицо взаимовлияние мер инвестиционной и налоговой политики — введение механизма льгот влечет за собой целесообразность более интенсивного инфраструктурного строительства и обеспечивает большую устойчивость его фронта (рис. 2) в модели С при росте ставки дисконтирования инвестора. Для одноуровневой постановки действие льгот в наибольшей степени проявляется для высоких дисконтов инвестора, обеспечивая здесь существенно большие значения функционала государства.

На рис. 3 видно, что двухуровневая постановка (А, С) при прочих равных условиях дает прирост целевой функции инвестора по сравнению с одноуровневой (В, D). Эффект налоговых льгот инвестором в наибольшей степени ощущается в двухуровневой постановке. В отличие от одноуровневых моделей В, D, в которых информированное о производственных возможностях государство при высоких дисконтах инвестора просто зануляет его NPV , механизм последовательного выбора обеспечивает инвестору положительный доход для области его высоких дисконтов и дополнительный прирост его при использовании налоговых льгот.

Рис. 2

Число реализованных инфраструктурных проектов

Рис. 3*Целевая функция инвестора* **Рис. 4***Доля государства в экологических затратах*

Каким образом государство сочетает второй рычаг инвестиционной политики (помощь в реализации природоохранных проектов) и налоговые льготы? В одноуровневых постановках выбор рычагов инвестиционной и налоговой политики мало зависит от дисконта государства. Оно начинает помогать инвестору, стартуя со средних значений дисконта инвестора и быстро наращивая помощь в экологии до максимального уровня в области высоких дисконтов (рис. 4 (модели В, D)). Государство начинает использовать льготы только для самых больших дисконтов инвестора, выбирая от трети до половины проектов освоения месторождений (табл. 1 (модель D)), и назначает практически максимальный уровень льгот (табл. 2 (модель D))³.

В двухуровневых моделях государство более сложным образом применяет оба рычага помощи инвестору на всем диапазоне ставок дисконтирования. И здесь мы видим, как совместное использование мер инвестиционной и налоговой политики позволяет поднять эффективность отдельных составляющих политики — введение механизма льгот стимулирует расширение государственного фронта природоохранного строительства (рис. 4 (модели А, С)). При этом число льгот растет с увеличением ставки дисконтирования инвестора только до определенного уровня (табл. 1, 2 (модель С)).

Таблица 1

Ставки дисконтирования партнеров и число производственных проектов, получивших льготы

	Модель С						Модель D					
	11	13	15	17	19	21	11	13	15	17	19	21
1	3	8	28	30	41	37	0	0	0	0	15	24
3	5	7	26	31	42	32	0	0	0	0	16	24
5	4	7	26	32	42	41	0	0	0	0	15	23
7	5	5	27	32	42	32	0	0	0	0	16	23
9	5	10	25	33	37	12	0	0	0	0	15	25
11	9	9	26	31	39	15	0	0	0	0	14	22

Источник: расчеты авторов.

Таблица 2

Ставки дисконтирования партнеров и средний уровень полученных льгот

	Модель С						Модель D					
	11	13	15	17	19	21	11	13	15	17	19	21
1	0,33	0,40	0,39	0,60	0,58	0,65	0	0	0	0	0,97	0,88
3	0,3	0,40	0,42	0,55	0,62	0,63	0	0	0	0	0,91	0,88
5	0,36	0,37	0,44	0,57	0,57	0,65	0	0	0	0	0,97	0,94
7	0,31	0,40	0,44	0,62	0,59	0,63	0	0	0	0	0,90	0,94
9	0,34	0,36	0,50	0,56	0,66	0,48	0	0	0	0	0,95	0,92
11	0,32	0,42	0,43	0,58	0,68	0,59	0	0	0	0	0,96	0,87

Источник: расчеты авторов.

³ Максимальный уровень льгот — 1, это соответствует льготе в объеме 100% региональной части налога на прибыль.

На рис. 5 представлена зависимость результатов раздела природно-ресурсной ренты в различных постановках. В одноуровневых моделях с ростом ставки дисконтирования государства растет и доля ренты, полученная им в виде налоговых платежей. Зависимость доли государства от ставки дисконтирования инвестора устроена более сложным образом. Для невысоких значений государству удастся удерживать фиксированный уровень, но во второй половине рабочего диапазона ставки дисконтирования инвестора доля ренты государства начинает падать (рис. 5 (модели В, D)). Темп такого падения особенно велик в модели D, в которой с увеличением дисконта инвестора, помимо более высокой интенсивности помощи государства в реализации природоохранных проектов (см. рис. 3 (модель В, D)), используются льготы, отсутствующие в модели В.

В двухуровневой постановке без налоговых льгот А с ростом ставки дисконтирования инвестора падает доля ренты государства независимо от его дисконта. Введение налоговых льгот приводит к росту темпа падения доли ренты государства по сравнению с моделью А. В области высоких ставок дисконтирования инвестора для государства оказывается важным противопоставить высокой ставке дисконтирования инвестора свою достаточно высокую ставку собственника недр.

Рис. 5*Доля ренты, полученная государством*

На рис. 6–7 приведены результаты расчетов, в которых анализировалась чувствительность решения задачи к изменению других ключевых параметров модели – уровней затрат на экологию (реализацию природоохранных проектов) и экологических потерь (стоимостной оценки экологического ущерба). Единичный уровень затрат на реализацию природоохранных проектов и ущерба различен по месторождениям и зависит от объема капвложений соответствующего проекта освоения. Ставки дисконтирования государства и инвестора зафиксированы на уровне средних значений ($DG=5\%$, $DI=15\%$), и исследуется зависимость основных результатов освоения МСБ от экологических параметров модели.

Оказывается, что для таких значений ставок дисконтирования государство в одноуровневых моделях В, D не дает льгот и не оказывает помощи в реализации экологических проектов. Это обусловлено тем, что в этом случае государство реализует полную инфраструктурную программу⁴, зная о том, что инвестор без каких-либо налоговых преференций сможет сам освоить полный набор месторождений, взяв на себя все экологические затраты и оставшись в области положительного $NPV(8)$.

Соответствующим образом выглядят функционалы государства и инвестора для одноуровневых моделей на рис. 6 и 7 (модели В, D)). У государства значение целевой функции не зависит от уровня экологи-

Рис. 6

Экологические параметры модели и целевая функция государства

⁴ Реализует все 10 инфраструктурных проектов, открывая возможность для освоения всех 50 месторождений.

ческих затрат и падает линейным образом с ростом уровня экологических потерь; у инвестора — не зависит от уровня экологических потерь и падает линейным образом с ростом уровня экологических затрат.

В двухуровневой постановке А государство сокращает инфраструктурную программу для всех значений экологических параметров, особенно для высоких уровней затрат на экологию и экологических потерь (рис. 8 (модель А)). В модели С использование механизма налоговых льгот⁵ позволяет государству увеличить число запускаемых инфраструктурных проектов и объем помощи в охране природы (рис. 9). Это подтверждает комплементарность мер инвестиционной и налоговой

Рис. 7

Экологические параметры модели и целевая функция инвестора

Рис. 8

Экологические параметры модели и число инфраструктурных проектов, запущенных государством

⁵ Льготы среднего уровня получают примерно половина проектов освоения месторождений.

политики и отражается не только на его существенно выросшем функционале (см. рис. 6 (модели А, С)), но и на значении целевой функции инвестора, увеличившемся благодаря подключению механизма льгот (см. рис. 7 (модели А, С)).

Программа помощи инвестору также определяет результаты раздела ренты, представленные на рис. 10. Для одноуровневых постановок, в которых государство не оказывает помощи и не дает льгот, доля ренты, полученная государством, не зависит от уровня экологических потерь и линейно растет с увеличением затрат на природоохранные проекты⁶.

Рис. 9

Число природоохранных проектов, запущенных государством

Рис. 10

Экологические параметры модели и доля ренты государства

⁶ Поскольку все экологические затраты несет инвестор, то их рост ведет к увеличению налогов, поступающих государству, а значит, и доли ренты государства.

В модели А государство уже начинает оказывать помощь в охране природы, и это приводит к тому, что часть бюджета и налоговых поступлений оно вынуждено направить на экологические затраты и тем самым уменьшить свою долю ренты. В модели С к помощи инвестору в экологии государство добавляет налоговые льготы, которые также сокращают поток налоговых платежей и долю государства в природно-ресурсной ренте (см. рис. 10 (модели А, С)).

4. Обсуждение результатов

Основные выводы, сделанные по результатам моделирования, могут быть сформулированы следующим образом.

1. В процессе стратегического планирования государству необходимо учитывать комплементарность мер инвестиционной и налоговой политики в ресурсном регионе. Государственные инвестиции в инфраструктуру, природоохранные мероприятия и налоговые льготы взаимно усиливают влияние отдельных мер государственной политики на уровень частных инвестиций и эффективность принимаемых управленческих решений.

2. В общем случае в процессе разработки стратегии освоения МСБ ресурсного региона государство должно формировать инвестиционную и налоговую политику, используя полный набор инструментов (строая инфраструктуру, реализуя часть необходимых природоохранных мероприятий и давая некоторым сырьевым проектам налоговые льготы определенного уровня). Методология формирования такой политики должна быть основана на анализе предложений инвесторов вкупе с общими планами развития территории и строиться на основе поиска общего равновесия (компромисса интересов бюджета, населения и частного инвестора).

3. В условиях регионов с благоприятным инвестиционным климатом и развитыми институтами в МСК, совокупно обеспечивающими невысокую ставку дисконтирования потенциального инвестора, для всех участников предпочтительны инвестиции государства в инфраструктурные проекты. Их запуск в условиях ресурсного региона генерирует мультипликативные эффекты в несырьевом секторе, расширяет перечень рентабельных объектов недропользования на территории и стимулирует приход инвестора.

4. С ухудшением инвестиционного климата более эффективными для бюджета и населения становятся инвестиции в природоохранные проекты и налоговые льготы. Интенсивность их применения целесообразно наращивать лишь до некоторого уровня, определяемого сложившимися в регионе условиями работы в сырьевом секторе.

5. Экологические инвестиции государства наиболее предпочтительны для бюджета и населения в проектах освоения месторождений, связанных с необходимостью масштабных природоохранных мероприятий. Высокий уровень экологического ущерба (экологических потерь)

в проектах освоения негативно воздействует не только на бюджет и население, но и на инвестора в регионах с неблагоприятным инвестиционным климатом.

6. Налоговые льготы — не только эффективный рычаг подъема рентабельности для проектов инвестора, но и способ увеличения доходов бюджета. Несмотря на то что прямой эффект использования налоговых льгот — это недополученные доходы бюджета по отдельным объектам, интегральный эффект в программе освоения МСБ в целом может перекрывать прямые потери за счет расширения круга осваиваемых объектов при рациональном выборе льготлируемых проектов.

7. В процессе принятия инвестиционного решения государство должно использовать достаточно высокую ставку дисконтирования собственника недр. Это необходимо для того чтобы достичь компромисса интересов, в рамках которого инвестор в проектах достигает нужного уровня рентабельности, а государство получает возможно большую часть ренты как части стоимости, созданной природой.

Предлагаемый подход может служить основой практической методологии, позволяющей не только решить, в каких условиях предпочтительны налоговые льготы, а в каких — инвестиции государства в инфраструктурные и природоохранные проекты, но и сформировать конкретные параметры экономической политики, определяющие долгосрочный план развития территории. На такой методологической основе уже можно строить цифровые технологии стратегического планирования и в перспективе подойти к решению центральной проблемы большей части сырьевых регионов России — разработке комплексного сценария освоения МСБ, включающего планы развития производственной инфраструктуры и формирования пакетов инвестиционных предложений, определяющих возможные размеры предоставляемых налоговых льгот.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Васильева А.А., Гурвич Е.Т., Субботин В.Е.** (2003). Эффект реформирования налога на прибыль. В сб.: «1000 лучших предприятий России: информационно-аналитическое издание». М.: Экспертный институт. [**Vasilyeva A.A., Gurvich E.T., Subbotin V.E.** (2003). The effect of reforming income tax. In: *1000 best enterprises of Russia: Information-analytical publication*. Moscow: Expert Institute (in Russian).]
- Герман А.А., Макарова В.А.** (2017). Влияние налоговых льгот на инвестиционную деятельность российских корпораций // *Известия ДВФУ. Экономика и управление*. № 4. С. 73–82. [**German A.A., Makarova V.A.** (2017). The impact of tax incentives on the investment activities of Russian corporations. *News of FEPU. Economics and Management*, 4, 73–82 (in Russian).]
- Лавлинский С.М.** (2000). Соглашение о разделе продукции и устойчивое развитие сырьевой территории // *Экономика и математические методы*. Т. 36. Вып. 3. С. 49–56. [**Lavlinsky S.M.** (2000). Production sharing agreement and

- sustainable development of the resource region. *Economics and Mathematical Methods*, 3 (36), 49–56 (in Russian).]
- Лавлинский С.М.** (2008). Модели индикативного планирования социально-экономического развития ресурсного региона. Новосибирск: Изд-во СО РАН. [Lavlinsky S.M. (2008). *Indicative planning models of socio-economic development of the resource region*. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (in Russian).]
- Лазарян С.С., Черноталова М.А.** (2017). Влияние налоговой политики на уровень инвестиций частного сектора // *Финансовый журнал*. № 3. С. 71–84. [Lazaryan S.S., Chernotalova M.A. (2017). The impact of tax policy on the level of private sector investment. *Financial Journal*, 3, 71–84 (in Russian).]
- Токарев А.** (2000). Налоговое регулирование нефтегазового сектора: региональные аспекты. Новосибирск: Изд-во СО РАН. [Tokarev A. (2000). *Tax regulation of the oil and gas sector: Regional aspects*. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (in Russian).]
- Boadway R., Anwar S.** (1992). How tax incentives affect decisions to invest in developing countries. *Policy Research Working Paper Series 1011*. The World Bank.
- Chhibber A., Dailami M.** (1990). Fiscal policy and private investment in developing countries: Recent evidence on key selected issues. *Policy Research Working Paper Series 559*. The World Bank.
- Cummins J.G., Hassett K.A., Hubbard R.G.** (1996). Tax reforms and investment: A cross-country comparison. *Journal of Public Economics*, 62 (1), 237–273.
- Dempe S.J.** (2002). *Foundations of bilevel programming*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Fazzari S.M., Hubbard R.G., Petersen B.C., Blinder A.S., Poterba J.M.** (1988). Financing constraints and corporate investment. *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 141–206.
- Feldstein M.S., Flemming J.S.** (1971). Tax policy, corporate saving and investment behavior in Britain. *Review of Economic Studies*, 38 (4), 415–434.
- Glazyrina I.P., Kalgina I.S., Lavlinskii S.M.** (2014). Public-private partnership in the mineral re-sources complex of Zabaikalskii Krai: Problems and prospects. *Geography and Natural Re-sources*, 35 (4), 359–364.
- Hall R.E., Jorgenson D.W.** (1967). Tax policy and investment behavior. *American Economic Review*, 57 (3), 391–414.
- Johnston D.** (1994). *International petroleum fiscal regimes and production sharing contracts*. Tulsa, Oklahoma: PennWell.
- Karzanova I.V.** (2002). Estimation of effect of taxation on real sector investment in Russia: Calculation of marginal effective tax rates. *Economic Journal of the Higher School of Economics*, 2, 225–250.
- Klemm A., Parys S.** (2012). Empirical evidence on the effects of tax incentives. *International Tax and Public Finance*, 19 (3), 393–423.
- Lakshmanan T.R.** (2011). The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of Transport Geography*, 19 (1), 1–12.
- Lall S.V.** (1999). The role of public infrastructure investments in regional development:

- Experience of Indian states. *Economic and Political Weekly*, 34 (12), 717–725.
- Lavlinskii S.M.** (2010). Public-private partnership in a raw-material region: Ecological problems, models and prospects. *Studies on Russian Economic Development*, 21 (1), 71–79.
- Lavlinskii S.M., Panin A.A., Plyasunov A.V.** (2015). A two-level planning model for Public-Private Partnership. *Automation and Remote Control*, 76 (11), 1976–1987.
- Lavlinskii S.M., Panin A.A., Plyasunov A.V.** (2016). Comparison of models of planning the public-private partnership. *Journal of Applied and Industrial Mathematics*, 10 (3), 1–17.
- Mackie P., Worsley T., Eliasson J.** (2014). Transport appraisal revisited. *Research in Transportation Economics*, 47, 3–18.
- Romer C.D., Romer D.H.** (2010). The macroeconomic effects of tax changes: Estimates based on a new measure of fiscal shocks. *American Economic Review*, 100 (3), 763–801.
- Vergara R.** (2010). Taxation and private investment: Evidence for Chile. *Applied Economics*, 42 (6), 717–725.
- Weisbrod G., Lynch T., Meyer M.** (2009). Extending monetary values to broader performance and impact measures: Transportation applications and lessons for other fields. *Evaluation and Program Planning*, 32, 332–341.
- Yagan D.** (2015). Capital tax reform and the real economy: The effects of the 2003 dividend tax cut. *American Economic Review*, 105 (12), 3531–3563.
- Zolt E.** (2015). Paper for workshop on tax incentives and base protection. New York, 23–24 April. Available at: <http://www.un.org>
- Zwick E., Mahon J.** (2017). Tax policy and heterogeneous investment behavior. *American Economic Review*, 107 (1), 217–248.

Поступила в редакцию 05.03.2019

Received 05.03.2019

Antzys S.M.

Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

Lavlinskii S.M.

Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk; Transbaikal State University, Chita, Russia

Panin A.A.

Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

Pljasunov A.V.

Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

Bilevel models of investment and tax policy formation in the resource region⁷

Abstract. An analysis is presented of the mechanism of investment and tax policy formation in the resource region, whereby the government provides tax incentives and supports the investor in infrastructure development and, to some extent, in the implementation of mandatory environmental measures. The analysis builds on the bilevel Boolean programming problems. The actual data and dimensions of the model test site capture the specificity of the modeled object and make possible a practical study of the properties of equilibrium solutions. The simulation results indicate the need to take into account the complementarity of investment and tax policies in the strategic planning process. In general, to stimulate private investment, the state should use a full set of tools – to build infrastructure, implement part of the necessary environmental protection measures and provide certain commodity projects with tax incentives of a certain level. The methodology for the formation of such a policy should be based on an analysis of investors' proposals, general plans for the development of the territory and a search for a compromise of the interests of the budget, population and private investor. The field of application of the research results is the development of a scenario for the development of local natural resources, including infrastructure development plans and investment proposal packages containing rules for granting tax incentives.

Keywords: *mineral resources development program, investment policy, tax incentives, infrastructure development projects, sharing of natural-resource rents, bilevel mathematical programming problems.*

JEL Classification: C61, Q32, Q58, H32.

DOI: 10.31737/2221-2264-2020-48-4-2

⁷ The authors are grateful to the reviewer, whose comments made it possible to radically improve the text of the article. This article was prepared with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (projects 19-010-00910 and 20-010-00151).