

Машунин Ю.К.

д.э.н., доцент, Дальневосточный федеральный университет

mashunin@mail.ru

Машунин И.А.

к.э.н., преподаватель, Дальневосточный федеральный университет

РЕГИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И ФОРМИРОВАНИЯ БЮДЖЕТА РЕГИОНА НА БАЗЕ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ключевые слова: стратегическое управление, моделирование экономики региона, бюджет региона, векторная оптимизация, цифровая экономика.

Keywords: strategic management, region economy modeling, region budget, vector optimization, digital economy.

1. Введение

Региональный уровень экономики включает в первую очередь производственные и сельскохозяйственные отрасли (виды экономической деятельности – ВЭД), которые в совокупности определяют стратегию, динамику развития экономики государства¹, общества², и региона³. Для формирования прогноза развития экономики региона используются различные как информационные, так и математические модели, которые взаимно увязывают развитие всех отраслей. В первую очередь, такой экономико-математической моделью, увязывающей развитие всех отраслей региона, является межотраслевой баланс - модель «затраты-выпуск»⁴. Дальнейшее развитие модели «затраты-выпуск» реализовано в виде модели «затраты-инвестиции-выпуск»⁵. Создание надежной системы прогнозирования и планирования развития на всех уровнях системы управления экономикой государства является актуальной проблемой.

¹ Бюджетный кодекс Российской Федерации: от 31.07.1998 № 145 ФЗ: принят Гос. Думой 17.07.1998 года. – М.: ТК Велби; Проспект, 2010. – 215 с.; О стратегическом планировании в Российской Федерации: федеральный закон Российской Федерации от 28.06.2014 г. № 172 ФЗ.

² Ansoff I. Strategic Management. – London: Palgrave Macmillan, 1979. – 236 p.; Leontyev W.W. Input Output Economics. – New York: Oxford university press, 1966. – 436 p.

³ Машунин Ю.К., Машунин И.А. Прогнозирование развития экономики региона с использованием таблиц «затраты выпуск» // Экономика региона. 2014. – № 2. – С. 276-289; Машунин Ю.К. Управление экономикой региона: монография. – М.: РУСАЙНС, 2017. - 342 с.

⁴ Leontyev W.W. Input Output Economics. – New York: Oxford university press, 1966. – 436 p.

⁵ Машунин Ю.К., Машунин И.А. Прогнозирование развития экономики региона с использованием таблиц «затраты выпуск» // Экономика региона. 2014. – № 2. – С. 276-289; Машунин Ю.К. Управление экономикой региона: монография. – М.: РУСАЙНС, 2017. 342 с.; Машунин Ю.К., Машунин И.А. Региональная экономика в стратегическом развитии государства // Россия: тенденции и перспективы развития. – М., 2019. – Ч. 2. – С. 95-107.

Об этом говорил Путин В.В. на конференции по искусственному интеллекту: «Уже в ближайшее время Правительству необходимо утвердить стратегии цифровой трансформации десяти ключевых отраслей отечественной экономики и социальной сферы с практическими мерами по внедрению в их работу алгоритмов искусственного интеллекта, ..., с помощью передовых разработок, в том числе анализа больших данных, повышать эффективность производственных и управленческих процессов»¹.

Целью работы является проект построения прогноза развития экономики региона и формирование на основе прогноза бюджета – доходной и расходной частей региона. Для формирования прогноза построена математическая модель экономики региона, в которой использованы статистические данные (цифровая экономика), межотраслевой баланс. Математическая модель региональной экономики представлена в виде векторной задачи линейного программирования. Разработка прогноза развития экономики региона выполнена с учетом ограничений, связанных с инвестиционными вложениями, ресурсными затратами и мощностями в динамике.

Для реализации поставленной цели рассмотрены и выполнены задачи:

- разработана математическая модель экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования (ВЗЛП)², в которой учтены показатели (факторы), определяющие динамику развития региона;

- представлена технология построения численной модели экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования, которая включает формирование межотраслевого баланса, блока воспроизводства на основе инвестиций, ресурсных ограничений, накладываемых на производственные мощности региона. Методы решения ВЗЛП основаны на нормализации критериев и принципе гарантированного результата³;

- сформирован прогноз на годовой период основных экономических показателей региона, а также бюджета, который включает как доходную, так и расходную части.

Технология моделирования развития экономики региона в динамике на годовой период показана на тестовом примере моделирования экономики Приморского края: статистические данные за 2017⁴.

¹ Путин В.В. Искусственный интеллект. - <http://www.kremlin.ru/events/president/news/64545>

² Машунин Ю.К. Теория управления и практика принятия управленческих решений: учебник. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 494 с.; Mashunin Yu.K. Theory and Methods of Vector Optimization. – London: Cambridge Scholars Publishing, 2020. – Vol. 1. – P. 183.

³ Там же.

⁴ Приморский край. Социально экономические показатели: Статистический ежегодник / Приморскстат. – Владивосток, 2019. – 313 с.

2. Социально-экономическое развития региона: инвестиционный процесс

Устойчивое социально-экономическое развитие экономики на региональном уровне связано, во-первых, с созданием качественной системы прогнозирования и стратегического планирования, и, во-вторых, формированием на их основе бюджета (доходной и расходной частей), а в дальнейшем и организации управления регионом. Развитие экономики региона определяется, с одной стороны, улучшением инвестиционной деятельности, которая направлена на создание новых производственных процессов с соответствующим предоставлением новых рабочих мест; а с другой стороны, созданием инструментария, который позволяет моделировать развитие региональной экономики с учетом инвестиционной деятельности в каждой отрасли региона. Прогноз характеризует научно обоснованные перспективы развития экономики региона, а также гипотезы о направлениях развития, будущем состоянии региона и его отдельных составляющих (отраслях).

Экономико-математическое планирование определяет макроэкономические показатели, которые могут быть получены в результате развития экономики региона в условиях рынка. Планирование также показывает, за счет каких видов экономической деятельности (отраслей) они будут получены. Экономические показатели также определяют общий объем налоговых поступлений, которые отражаются в доходной части бюджета финансового плана.

Финансовый план экономического развития региона включает прогнозируемый общий объем доходов/расходов регионального бюджета; объемы бюджетных ассигнований по главным распорядителям бюджетных средств по разделам, подразделам, целевым статьям и видам расходов классификации расходов бюджетов. Построение экономического и финансового плана предполагает математическое моделирование развития региональной экономики, представленной рядом взаимосвязанных отраслей. Математическое моделирование для учета общего экономического развития региона строится на экономико-математических моделях межотраслевого баланса (модель «затраты-выпуск» Леонтьева В.В.

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j + y_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad X_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} X_i + z_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

где X_i – вектор-строка, определяющая валовой объем выпуска продукции i -ой (производящей) отрасли; x_{ij} – стоимость продукции, произведенной i -ой отраслью, идущей на производство продукции j -ой отрасли, т.е. для j -ой отрасли x_{ij} – это затраты, которые она использует для изготовления своей продукции стоимостью X_j ; X_j – вектор-столбец, определяющий валовой объем затрат для выпуска продукции j -ой

(потребляющей) отрасли; y_i – конечный продукт i -ой отрасли; z_j – денежный доход от производства продукции j -ой отрасли, включающей заработанную плату, налоги, амортизацию, прибыль и пр.

В векторно-матричной форме соотношения (1) примут следующий вид:

$$X = AX + Y, \text{ и } X = A'X + Z, \quad (2)$$

где X – вектор-столбец валовых выпусков; $Y = \{y_i, i = \overline{1, n}\}$ – вектор-столбец продукции конечного использования (спроса); Z – вектор-строка валовой добавленной стоимости.

В модели «Затраты-выпуск» Леонтьева В.В. и соответствующих оптимизационных задачах отсутствует показатель «инвестиции», который определяет динамику развития экономики региона. Для решения этого вопроса показатель «Конечное использование» Y разделен на две составляющие:

$$Y = VI + Y,$$

где Y – совокупный объем «Конечного использования», Y – объем «Конечного использования», полученный за счет основных фондов, сформированных ранее, VI – объем «Конечного использования», полученный за счет инвестиций.

Покажем физическое возникновение составляющей «Конечного использования», полученное за счет инвестиций: VI на примере подотрасли сельского хозяйства – «картофелеводства».

В конце года получен общий урожай картофеля $X(t)$ в (2), выраженный в денежных единицах. Часть из него $AX(t)$ в (2) идет в промежуточное потребление (т.е. различным отраслям региона). Вторая часть $Y(t)$ идет на конечное использование (т.е. выполняется модель (2)):

$$X(t) = AX(t) + Y(t). \quad (3)$$

Примерно 90% $Y(t)$. потребляется, а 10% $Y(t)$. (выраженный в денежных единицах) хранится как семенной фонд для посадки в следующем году. К 10% $Y(t)$. добавляются затраты на научные исследования, на ремонт зданий, сооружений для хранения, затраты на ремонт приобретение новой техники, на подготовку полей к посеву, сам посев, прополку, окучивание и т.д. В совокупности все эти затраты представляют инвестиции, вкладываемые в воспроизводство подотрасли сельского хозяйства – «картофелеводства».

Аналогично формируются инвестиции, вкладываемые в воспроизводство всех отраслей региона (естественно в различных пропорциях).

Таким образом, равенство (3) показывает, что все отрасли региона должны трудиться не только на промежуточное потребление $AX(t+\Delta t)$ и производство

продукции конечного спроса $Y(t+\Delta t)$, что было рассмотрено ранее в модели Леонтьева, но и вкладывать инвестиции во все виды деятельности для своего воспроизводства $VI(t + \Delta t) = V\delta\varphi I(t + \Delta t)$.

Уравнения межотраслевого баланса (1) в итоге примут вид:

$$X = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + \sum_{j=1}^n \varphi_j I + y_i, i = \overline{1, n}. \quad (4a)$$

Уравнения межотраслевого баланса (4a) в матричной форме примут вид:

$$X = AX + V^{\delta}\varphi I + Y, \quad (4)$$

где $V^{\delta}\varphi I$ – матрица воспроизводства продукции в регионе.

Полученную экономико-математическую модель (4) назовем моделью «Затраты-инвестиции-выпуск». Модель (4) будем использовать при построении математической модели развития экономики региона.

3. Математическая модель региональной экономики

1) *Построение математической модели развития экономики региона с учетом инвестиций*

В модели учитываются требования «Методических рекомендаций к разработке показателей прогнозов социально-экономического развития субъектов РФ»¹, с одной стороны, а с другой, требования к стратегическому планированию в РФ. Цель развития экономики региона направлена на улучшение благосостояния населения региона, т.е. увеличения (максимизации) продукции конечного использования (спроса – КС) всех отраслей (видов экономической деятельности в соответствии с ОКВЭД²), с ежегодным воспроизводством региона³. Математическую модель экономики региона с учетом указанной целенаправленности представим в виде векторной задачи линейного программирования:

$$Opt F(X, I, Y) = \{Y(t) = \{\max y_j(t), j = \overline{1, n}\}, (5)$$

$$max Y^{val}(t) = \sum_{j=1}^n y_j(t), X^{val}(t) = \sum_{j=1}^n x_j(t)\}, (6)$$

при ограничениях:

$$(I - A)X(t) - VI(t) \geq Y(t), \quad (7)$$

$$X(t) = (1 - k^{изн})X(t^0) + \varphi I(t), \quad (8)$$

$$RX(t) \leq b(t^0 + \Delta t) + \Delta b(t), \quad (9)$$

$$T^{zmin} \leq R^{trudX} \leq T^{zmax}, \quad (10)$$

¹ Машунин Ю.К., Машунин И.А. Региональная экономика в стратегическом развитии государства // Россия: тенденции и перспективы развития. – М., 2019. – Ч. 2. – С. 95-107.

² Справочник по кодам статистики ОКВЭД. - <http://www.mogem.ru/public.htm>

³ Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю. - <https://primstat.gks.ru>

$$X(t^0) \leq X(t) \leq X(t^0 + \Delta t), X(t^0 + \Delta t) = KX * X(t^0), (11)$$

$$I^{inv}(t^0) \leq I(t) \leq I^{inv}(t^0 + \Delta t), I^{inv}(t^0 + \Delta t) = K^{inv} * I^{inv}(t^0), (12)$$

$$Y^{min}(t^0) \leq Y(t) \leq Y^{max}(t^0 + \Delta t), Y^{max}(t^0 + \Delta t) = KY * Y^{max}(t^0), (13)$$

$$t^0 + \Delta t = t^0, t^0 + 1, \dots, t^0 + T, (14)$$

$$\text{где } X(t) = \{X(t) = \{x_j(t), j = \overline{1, n}\}, I(t) = \{I_j(t), j = \overline{1, n}\}, Y(t) = \{y_j(t), j = \overline{1, n}\}\}$$

– вектор неизвестных (управляющих переменных), включающий в себя $X(t)$ – валовые выпуски, $I(t)$ – инвестиции для всех отраслей (ВЭД) и $Y(t)$ – конечное использование региона на период планирования $t \in T$;

$F(X, I, Y)$ – векторный критерий, имеющий множество $K = n + 2$ критериев, состоящий из $Y(t)$ критериев максимизации конечного спроса всех видов деятельности, а также критериев суммарного (валового) конечного спроса и выпуска регионального продукта в (6) соответственно;

(7) – межотраслевые балансовые ограничения с учетом блока инвестиций $VI(t)$;

(8) – блок воспроизводства выпуска продукции с учетом инвестиций (4):

$$I(t) = \varphi_j k_j^{am} I_j^{am}(t) + \varphi_j I_j^{in}(t), j = \overline{1, n};$$

(9) – ограничения по материальным ресурсам; (10) – ограничения по трудовым ресурсам;

(11) – ограничения по производственным мощностям: $X(t^0), X(t^0 + \Delta t)$ – минимальные (отчетные за прошлый период t^0) и максимальные производственные мощности; (12) – ограничения по инвестициям $I^{inv}(t^0), I^{inv}(t^0 + \Delta t)$ – минимальные и максимальные инвестиции; (13) – ограничения по конечному спросу отраслей: $Y^{min}(t^0), Y^{max}(t^0 + \Delta t)$ – минимальный, максимальный конечный спрос (конечное использование); (14) – исследуемый (планируемый) период.

Математическая модель экономики региона (5)-(14) решается в динамике на дискретные промежутки времени. Предполагается, что при каждом пересчете происходит изменение некоторых показателей на каждый планируемый период $t \in T$. Для создания автоматизированной технологии расчета на несколько лет представим эти показатели (факторы):

трудоу ресурсы, зависящие от демографического состояния региона: $T^{zmin}(t^0)$ – минимальное значение, $T^{zmax}(t^0 + \Delta t) = temp * T^{zmin}(t^0)$ – ресурсы на конец планируемого периода, где $temp$ – темп прироста (убытия) трудовых ресурсов, – это находит отражение в неравенстве (10);

рост производственных мощностей может изменяться от $X(t^0)$ – отчетных данных за текущий год до:

$X(t^0 + \Delta t) = KX * X(t^0)$ на планируемый период,

где KX – коэффициент прироста производственных мощностей;

рост инвестиций за планируемый период $I^{inv}(t^0 + \Delta t) = K^{inv} ** I^{inv}(t^0)$, где K^{inv} – коэффициент прироста инвестиций;

рост конечного использования (спроса) за планируемый период $Y^{max}(t^0 + \Delta t) = KY * Y^{max}(t^0)$, где KY – коэффициент прироста продукции конечного использования;

задача (5)-(14) представляет векторную задачу линейного программирования, являющуюся математической моделью развития экономики региона на дискретный (планируемый) период $\Delta t = 0, 1, \dots, T$, с учетом воспроизводства ресурсов в каждом периоде $\Delta t \in T$.

Для решения задачи (5)-(14) на каждом периоде используется алгоритм, основанный на нормализации критериев и принципе гарантированного результата¹. Задача (5)-(14) решается в динамике с периодом планирования, как правило, один год, $\Delta t = 0, 1, 2, \dots, T$.

В результате решения получим:

Точку оптимума:

$X^o(t) = \{X^o_j(t), j = \overline{1, n}\}$, $I^o(t) = \{I^o_j(t), j = \overline{1, n}\}$, $Y^o(t) = \{y^o_j(t), j = \overline{1, n}\}$, (верхний индекс o - optimum), где $X^o(t)$ – валовые выпуски; $I^o(t)$ – инвестиции для всех отраслей (ВЭД); $Y^o(t)$ – конечное использование региона на период планирования $t \in T$;

Конечное использование всех отраслей, измеренное в относительных единицах:

$\lambda_j(y^o_j(t)), j = \overline{1, n}$, – такое измерение позволяет сравнивать развитие отраслей друг с другом:

$$\lambda_j(y^o_j(t)) = \frac{f_j(y^o_j(t)) - f_j^0}{f_j^* - f_j^0}, j = \overline{1, n}, \text{ где } f_j^* \text{ – наилучшее решение задачи (5)-(14) по } j\text{-му критерию (отрасли), } f_j^0 \text{ – наихудшее решение задачи (5)-(14) по } j\text{-му критерию;}$$

$\lambda^o(t) = \max_{X \in S} \lambda(t) = \max_{X \in S} \min_{k \in K} \lambda_k(X(t))$, – это максимальный уровень среди всех минимальных уровней $\lambda(t) = \min_{k \in K} \lambda_k(X(t))$, $\forall X(t) \in S$ на допустимом множестве S . $\lambda^o(t)$ также называется гарантированным результатом в относительных единицах, который гарантирует, что все отрасли, измеренные в относительных

¹ Машунин Ю.К. Теория управления и практика принятия управленческих решений: учебник. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 494 с.; Mashunin Yu.K. Theory and Methods of Vector Optimization. – London: Cambridge Scholars Publishing, 2020. – Vol. 1. – P. 183.

единицах, $\lambda_j(y_j^\circ(t))$ в точке оптимума $\{X^\circ(t), I^\circ(t), Y^\circ(t)\}$ равны или больше $\lambda^\circ(t)$, т.е. $\lambda_j(y_j^\circ(t)) \geq \lambda^\circ(t)$, или:

$$\lambda^\circ(t) \leq \lambda_j(y_j^\circ(t)), j = \overline{1, n};$$

т.к. критерии (виды деятельности) независимы, то $\lambda^\circ(t) = \lambda_j(y_j^\circ(t)), j = \overline{1, n}$, для критерия (1), и $\lambda^\circ(t) \leq \lambda_k(y_k^\circ(t)), k = 1, 2$ для критериев (5)-(6), т. е. $\lambda^\circ(t)$ является максимальным нижним уровнем для относительных оценок $\lambda_k(X(t)), k = \overline{1, K}$, в соответствии с теоремой 2¹, точка $\{\lambda^\circ(t), X^\circ(t), I^\circ(t), Y^\circ(t)\}$ оптимальна по Парето;

Точка оптимума $\{X^\circ(t), I^\circ(t), Y^\circ(t)\}$ дает возможность определить основные технико-экономические показатели региона, включенные в план, и соответствующие межотраслевые затраты: $x_{ij}(t) = \sum_{j=1}^N a_{ij}x_i(t), \forall i \in N$.

2) Программное обеспечение решения задачи векторной оптимизации

Технология моделирования построена путем многократного решения векторной задачи (5)-(14). Метод решения векторной задачи математического программирования основан на нормализации критериев, аксиоматике и принципе оптимальности (гарантированного результата).

Метод решения векторной задачи (в нашем случае линейной) включает пять шагов².

4. Методология прогнозирования, стратегического планирования развития экономики региона в рамках цифровой экономики (1 этап)

Методология выполняется в предположении, что математическая модель экономики региона (5)-(14) построена, программное обеспечение разработано. Методология проектирования включает две части.

Первая часть проекта включает семь блоков и представляет технологию построения численной модели (блоки 1-3) и прогнозирование развития экономики региона на основе математической модели (5)-(14) (блоки 4-7):

- 1) анализ отчетных (статистических) данных за год и построение на их основе межотраслевого баланса;
- 2) постановка задачи: формируется цель экономического развития и расчет коэффициентов динамической модели экономики региона;
- 3) построение численной математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования;

¹ Машунин. Ю.К. Теория управления и практика принятия управленческих решений: учебник. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 494 с.

² Там же.

4) процесс моделирования (решение векторной задачи линейного программирования), в результате получим объемы валовых выпусков, конечного использования продукции отраслей региона на год;

5) формирование показателей развития экономики региона, которые в совокупности представляют финансовый план региона;

6) прогнозирование развития экономики региона в динамике – финансовый план региона на исследуемый период, в т.ч. налоговые отчисления, определяющие доходную часть бюджета региона на исследуемый период;

7) принятие управленческого решения окончательного по развитию экономики региона – административное воздействие (регулирование).

Вторая часть проекта представляет прогноз и формирование доходной (первый блок) и расходной части (второй блок) бюджета региона.

4.0. Техническое задание на разработку проекта (блок 0)

Дано. Статистические данные за 2017 по Приморскому краю, сформированные в виде счета производства по видам экономической деятельности (ВЭД). Показатели ВЭД включают: валовой выпуск продукции по региону (ресурсы); промежуточное потребление; валовую добавленную стоимость. Числовые данные счета производства представлены в таблице 1 (в основных ценах; млн. рублей). В этой же таблице представлены трудовые ресурсы региона. Статистические данные по доходной и расходной части бюджета представлены далее по тексту.

Таблица 1

Счет производства по видам экономической деятельности в 2017 годы

Показатели (виды экономической деятельности)	Ресурсы	Промежуточное использование		
	Выпуск	Пром. потр.	Вал. добавл. стоим.	Труд. ресурсы
1.Сельское хозяйство, охота, лесное хозяйство	26812,94	14740,42	12273,79	70,182
2.Рыболовство, рыбоводство	97674,06	44386,58	53086,21	20,504
3.Добыча полезных ископаемых	22671	15361	7310	10,057
4.Обрабатывающие производства	248023	169647	78376	111,790
5.Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	95317	67374	27943	43,735
6.Строительство	93795	53744	40051	57,369
7.Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов	232599	85087	147512	194,424
8.Гостиницы и рестораны	19168	7434	11734	25,134
9.Транспорт и связь	289384	106051	183333	116,772
10.Финансовая деятельность	3678	1563	2115	14,509
11.Операции с недвижимым имуществом,	107484	28281	79203	70,167

аренда и предоставление услуг				
12.Государственное управление и обеспечение военной безопасности; ...	81975	28950	53025	68,890
13.Образование	34531	8392	26139	78,651
14.Здравоохранение и предоставление социальных услуг	53934	15118	38816	59,178
15.Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	23598	6681	16917	30,695
Итого	1430644	652810	777834	972,057

Источник: Приморский край. Социально экономические показатели: Статистический ежегодник/Приморскстат, Владивосток, 2019. – 313 с.

Требуется. Сформировать прогноз развития экономики региона, т.е. показать экономическое развитие населения региона (а не прибыли олигархов); выполнить прогноз и сформировать доходную и расходную части бюджета региона, т. е. показать социальное развитие региона.

4.1. Анализ отчетных (статистических) данных за год и построение на их основе межотраслевого баланса (блок 1)

Анализ статистических данных проведем в соответствии с основными экономическими показателями табл. 1, которые, во-первых, характеризуют экономику региона в целом и, во-вторых, служат основой для построения баланса.

На первом шаге для построения межотраслевого баланса используем статистические данные «Счет производства по видам экономической деятельности в 2017 году», которые обозначим:

$$StatOthet2017 = [Res Pp VDS],$$

где *Res* – ресурсы региона; *Pp* – промежуточное потребление; *VDS* – валовая добавленная стоимость. Числовые данные *StatOthet2017* в таблице 1.

На втором шаге (для упрощения расчетов) представим статистические данные «Счет производства по видам экономической деятельности в 2017 году» по 15 отраслям из таблицы 1 в данные по 6 отраслям. Для этого агрегируем статистические данные таблицы 1 в разрезе шести групп видов экономической деятельности (отраслей): «Промышленность», «Сельское хозяйство», «Строительство», «Рыболовство», «Услуги», «Транспорт» и представим их в таблице 2. Сельское хозяйство, строительство, рыболовство и транспорт выделены в отдельные сектора для того, чтобы проследить динамику их развития и определить их вклад и социально-экономическое положение Приморского края.

Таблица 2

Счет производства по шести видам экономической деятельности за 2017 год

Виды экономической деятельности	Выпуск	Промежуточное потребление	Валовая добавленная стоимость	Трудовые ресурсы
Промышленность: 3+4+5 ВЭД	366011	252382	113629	165,582
С/х: 1 ВЭД	26812,94	14740,42	12273,79	70,182
Строительство: 6 ВЭД	93795	53744	40051	57,369
Рыболовство: 2 ВЭД	97674,06	44386,58	53086,21	20,504
Услуги: 7+8+10+...+15 ВЭД	556967	181506	375461	541,648
Транспорт: 9 ВЭД	289384	106051	183333	116,772
Итого	1430644	652810	777834	972,057

Источник: Приморский край. Социально-экономические показатели: Статистический ежегодник/Приморскстат, Владивосток, 2019. – 313 с.

Одновременно выполним расчет коэффициентов дезагрегации: kD_{Agr} . Матрица коэффициентов дезагрегации: kD_{Agr} служит в дальнейшем переходом обратно от прогнозируемых 6 отраслей к 15 отраслям в соответствующих прогнозируемых годах.

На третьем шаге произведём построение межотраслевого баланса по шести видам экономической деятельности в 2017 году.

Для расчета межотраслевого баланса (матрицы «затраты-выпуск») по шести видам экономической деятельности таблицы 6 используем данные построенной таблицы 2 и матрицы коэффициентов различных квадрантов МОБ.

Данные «Промежуточного потребления» таблицы 2 перенесем в 7 строку таблицы 6. Используя коэффициенты матрицы «Промежуточного потребления» таблицы 3, рассчитаем блок «Промежуточного потребления» таблицы 6 путем перемножения строки 7 на коэффициенты таблицы 3.

Таблица 3

Матрица коэффициентов для расчета Промежуточного потребления

Матрица коэффициентов для расчета промежуточного потребления					
0,528045	0,62477	0,37334	0,0887	0,57282	0,29285
0,013876	0,06011	0,01561	0,09031	0,0452	0,05008
0,026245	0,08952	0,04857	0,10351	0,05244	0,06911
0,000984	0,00538	0,00213	0,00531	0,00111	0,00135
0,325638	0,12384	0,24291	0,44124	0,26753	0,51448
0,105211	0,09638	0,31745	0,27093	0,06091	0,07214
1	1	1	1	1	1

Данные «Валовой добавленной стоимости» (ВДС) таблицы 2 перенесем в 12 строку – «ВДС» таблицы 6. Используя коэффициенты матрицы ВДС таблицы 4, рассчитаем блок «ВДС» таблицы 6 путем перемножения строки 12 таблицы 6 на коэффициенты таблицы 4.

Таблица 4

Матрица коэффициентов для расчета Валовой добавленной стоимости

Коэффициенты матрицы Валовой добавленной стоимости (ВДС)					
0,641456	0,71314	0,76674	0,73132	0,62953	0,58111
0,082694	0,2684	0,21335	0,18683	0,07379	0,07694
0,163398	0,00222	0,00201	0,02936	0,2414	0,25416
0,112451	0,01623	0,0179	0,05249	0,05527	0,08778
1	1	1	1	1	1

Для составления МОБ строка 13 таблицы 6 «валовая добавленная стоимость» переносится в графу 13 «всего» таблицы 6, т. к. в МОБ они равны между собой. Графа 7 «всего АХ» таблицы 6 отдельно по каждой строке является суммой граф **1 + 6** строк таблицы 6.

Рассчитаем графу 12 «итого Y» таблицы 6 отдельно по каждой строке как разность граф **13 – 7** таблицы 6. Расчет блока «Конечного использования» таблицы 6 выполнен путем перемножения графы 12 таблицы 6 на коэффициенты матрицы «Конечного использования» таблицы 5.

Таблица 5

Матрица коэффициентов для расчета Конечного использования

Коэффициенты матрицы Конечного использования				
0,551669	0,09741	0,24196	0,10896	1
0,776984	0,06167	0,16135	0	1
0,519217	0,1722	0,278	0,03059	1
0,692945	0,0756	0,02656	0,20489	1
0,700707	0,02504	0,13873	0,13553	1
0,370406	0,25864	0,19161	0,17935	1

Графа «трудовые ресурсы» таблицы 2 заносится в 14 строку таблицы 6.

Таблицы коэффициентов 3, 4, 5 могут использоваться для исследовательских, учебных целей. Для практической деятельности необходимы реальные статистические данные межотраслевого баланса исследуемого региона.

Таким образом, используя статистические данные, в итоге получили структуру межотраслевого баланса (модель Леонтьева В. В. «затраты-выпуск») экономики региона по шести отраслям:

$$X(t) = AX(t) + Y(t),$$

где $X(t)$ – валовые выпуски; $AX(t)$ – промежуточное потребление; $Y(t)$ – конечное использование региона на период планирования $t \in T$. В итоге числовые данные межотраслевого баланса (МОБ), представлены в таблице 6.

Таблица 6

Межотраслевой баланс экономики края за 2017 г., млн. руб.

Затра- ты Выпу- ск	Промежуточное потребление							Конечное использование					Всего X _i
	Про- мыш- .	С/ х	Стр.	Рыб- .	Усл.	Тра- н.	Ито- го АХ	Кон- еч. пот- реб.	Вал- ов. Нак- опл.	Тов- ар. Зап- асы	Экс/ Имп- орт	Ито- го У	
Промышленность	133269	9209	20065	3937	103970	31057	301507	35585	6283	15608	7028	64504	366011
С/х	3502	886	839	4009	8204	5311	22751	3156	251	655	0	4062	26813
Строительство	6624	1320	2610	4594	9517	7329	31994	32088	10642	17181	1890	61801	93795
Рыболовство	248	79	114	236	201	143	1022	66975	7307	2567	19803	96652	97674
Услуги	82185	1825	13055	19585	48558	54561	219770	236277	8442	46778	45700	337197	556967
Транспорт	26553	1421	17061	12026	11056	7650	75767	79125	55249	40932	38312	213617	289384
Итого АХ	252382	14740	53744	44387	181506	106051	652810	453206	88174	123721	112733	777834	1430644
Опл. Труда – Z₁	72888	8753	30709	38823	236364	106536	494073						
Налоги – Z₂	9396	3294	8545	9918	27706	14106	72966						
Амортизация – Z₃	18567	27	81	1559	90637	46597	157467						
Прибыль – Z₄	12778	199	717	2787	20753	16094	53327						
ВДС – Z	113629	12274	40051	53086	375461	183333	777834						
Всего X_j	366011	26813	93795	97674	556967	289384	1430644						
Занято, тыс. чел.	166	70	57	21	542	117	972						

4.2. Расчет коэффициентов динамической модели экономики региона (блок

2)

Рассчитаем коэффициенты ВДС, промежуточного потребления и матрицы конечного использования.

1. Матрица коэффициентов ВДС – валовой добавленной стоимости $Z = \{z_{ij}, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,n}\}$, рассчитывается из таблицы 6 строки $i = \overline{8,12}$:

$$Z_{ij} = \frac{z_{ij}}{x_j} \geq 0, i = \overline{1,4}, j = \overline{1,n}, n = 6,$$

$$Z_{vds} = \begin{vmatrix} 0,1991 & 0,3264 & 0,3274 & 0,3975 & 0,4244 & 0,3681 \\ 0,0257 & 0,1229 & 0,0911 & 0,1015 & 0,0497 & 0,0487 \\ 0,0507 & 0,0010 & 0,0009 & 0,0160 & 0,1627 & 0,1610 \\ 0,0349 & 0,0074 & 0,0076 & 0,0285 & 0,0373 & 0,0556 \\ 0,3105 & 0,4578 & 0,4270 & 0,5435 & 0,6741 & 0,6335 \end{vmatrix}$$

2. Матрица коэффициентов промежуточного потребления в (11)

$A = \{a_{ij}, i, j = \overline{1,n}\}$ представляет коэффициенты прямых затрат:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \geq 0, i, j = \overline{1,n},$$

где X_j – объем производства j -ой отрасли; a_{ij} – коэффициент пропорциональности – определяет прямые затраты, которые представлены в дальнейшем.

В итоге получим матрицу коэффициентов прямых затрат:

$$A = \{a_{ij}, i, j = \overline{1,n}\}.$$

Преобразуем матрицу коэффициентов прямых затрат в (11);

$$X(t) = AX(t) + Y(t) \text{ к виду } (E - A)X(t) = Y(t). \text{ Обозначим } IA = (E - A):$$

$$IA = \begin{vmatrix} -0,6359 & -0,3435 & -0,2139 & -0,0403 & -0,1867 & -0,1073 \\ -0,0096 & 0,9670 & -0,0089 & -0,0410 & -0,0147 & -0,0184 \\ -0,0181 & -0,0492 & 0,9722 & -0,0470 & -0,0171 & -0,0253 \\ -0,0007 & -0,0030 & -0,0012 & 0,9976 & -0,0004 & -0,0005 \\ -0,2245 & -0,0681 & -0,1392 & -0,2005 & 0,9128 & -0,1885 \\ -0,0725 & -0,0530 & -0,1819 & -0,1231 & -0,0198 & -0,1885 \end{vmatrix}.$$

Матрицы конечного использования – Y , инвестиций – I .

На втором шаге рассчитаем коэффициенты ресурсов, которые включают ограничения по трудовым затратам (10). Коэффициенты трудовых затрат рассчитываются по отдельным отраслям:

$$T_j^z = \frac{t_j}{x_j}, j = \overline{1,n}, (15)$$

где $t_j = [166000 \ 70000 \ 57000 \ 21000 \ 542000 \ 117000]$ берется из баланса (строка – Занято, тыс. ч.), сумма: $SummaTz = 972000$.

Коэффициенты прямых трудозатрат:

$$t = [0,4524 \ 2,6175 \ 0,6116 \ 0,2099 \ 0,9725 \ 0,4035].$$

Коэффициенты полных трудозатрат:

$$T^3 = [3,4875 \ 2,8187 \ 0,9205 \ 0,2237 \ 2,5461 \ 1,0799].$$

На третьем шаге работаем с блоком мощностей, который включает ограничения по объемам произведенной продукции (отчет) за текущий (t^0) и плановый период ($t^0 + \Delta t$):

$$X_j^{от} (t^0) \leq X_j \leq X_j^{план} (t^0 + \Delta t), j = \overline{1, n}, (16)$$

где $X_j^{от} (t^0) = \{366011 \ 26812,9 \ 93795 \ 97674 \ 556967 \ 289384\}$, из таблицы 6.

$$X^{план} (t^0 + \Delta t) = X^{от} (t^0) + 10\%X^{от} (t^0),$$

$$X^{план} (t^0 + \Delta t) = \{402612 \ 29494 \ 103174 \ 107441 \ 612663,7 \ 318322,4\}.$$

$$Y_j^{от} (t^0) \leq Y_j \leq Y_j^{план} (t^0 + \Delta t), j = \overline{1, n}, (17)$$

где $Y_j^{от} (t^0) = \{64504 \ 4062 \ 61801 \ 96652 \ 337197 \ 213617\}$, из таблицы 6.

$$Y^{план} (t^0 + \Delta t) = Y^{от} (t^0) + 10\%Y^{от} (t^0).$$

$$Y^{план} (t^0 + \Delta t) = \{70954,4 \ 4468,2 \ 67981,1 \ 106317,2 \ 370916,7 \ 234978,7\}.$$

На четвертом шаге представим матрицу норм воспроизводства всех видов деятельности:

$$V = \{\varphi_j^v = \{\varphi_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}\}, (18)$$

где φ_{ij} – норма, определяющая долю от величины капиталовложений φ_j по отраслям (ВЭД):

$$\sum_{i=1}^n \varphi_{ij} = 1, j = \overline{1, n}, n = 6, \text{ т. е. } \varphi_j = \sum_{i=1}^n \varphi_{ij} * \varphi_j, \forall j \in n.$$

$$V = \begin{vmatrix} 0,2007 & 0,0245 & 0,0303 & 0,0044 & 0,1436 & 0,0468 \\ 0,0304 & 0,0139 & 0,0069 & 0,0260 & 0,0651 & 0,0460 \\ 0,0837 & 0,0292 & 0,0330 & 0,0431 & 0,1104 & 0,0926 \\ 0,1008 & 0,0504 & 0,0504 & 0,1008 & 0,1008 & 0,1008 \\ 0,7270 & 0,0283 & 0,1159 & 0,1291 & 0,3945 & 0,4829 \\ 0,7142 & 0,0671 & 0,4591 & 0,2416 & 0,2712 & 0,2067 \end{vmatrix}.$$

Примем коэффициенты: величину износа основных фондов и использования амортизационных отчислений 10%, $k^{изн} = 0,1$ $k^{зо} = 0,1$, т. е. коэффициенты уравновешивают друг друга.

Объем инвестиций $I_j^{ин}$ направлен на восстановление изношенных фондов, создания новых фондов и на их основе увеличения объема производства каждого ВЭД:

$$X_j \leq (1 - k^{изн} + k^{до})X_j^{от} + \varphi_j * I_j^{ин}, j = \overline{1, n},$$

где величина $\varphi_j * I_j^{ин}$ - это увеличение объема производства j -го ВЭД на величину инвестиций $I_j^{ин}$, умноженную на коэффициент фондоотдачи φ_j .

Из неравенства вытекает, что объем инвестиций $I_j^{ин}$ лежит в пределах от минимального восстановления изношенных основных фондов $k^{изн} * X_j^{от} / \varphi_j$, увеличенных на величину выделенных инвестиций:

$$I_j^{выд} = I_j^{ин.ф.} + I_j^{ин.рег.} + I_j^{ин.гос.}; \frac{\varphi_{изн.Хот}}{\varphi_j} \leq I_j \leq \frac{k^{изн.Хот}}{\varphi_j} + \varphi_j I_j^{выд}, j = \overline{1, n},$$

Объем выделенных инвестиций (от фирм, региона, государства) по каждой отрасли примем:

$$I(t^0 + \Delta t) = [I_1^{ин} = 8113, I_2^{ин} = 4040, I_3^{ин} = 7560, I_4^{ин} = 8259, I_5^{ин} = 33311, I_6^{ин} = 25703].$$

Коэффициент «фондоотдачи» – использования основных фондов – равен отношению валового объема j -го вида продукции $X_j^{вал}(t^0)$, выпущенной t^0 году в регионе к объему основных фондов $\Phi_j(t^0)$:

$$\varphi_j(t^0) = X_j^{вал}(t^0) / \Phi_j(t^0), j = \overline{1, n}.$$

Примем для всех видов продукции $\varphi_j(t^0) = 0,2778$.

4.3. Построение численной математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования (блок 3)

Построение численной математической модели развития экономики региона в виде векторной задачи линейного программирования (5)-(14) выполняется в виде последовательности шагов.

Цель развития региональной экономики направлена на улучшение благосостояния населения региона, т.е. увеличение (максимизации) продукции конечного использования (спроса – КС) всех видов экономической деятельности региона (ОКВЭД¹), с учетом их воспроизводства на каждый период планирования. Эта целенаправленность представлена максимизацией конечного использования каждой отрасли производства $y_j(t), j = \overline{1, n}$, которое складывается из конечного использования, полученного за счет вкладываемых инвестиций $\hat{y}_1(t)$ и полученного за счет имеющихся (ремонтируемых) основных фондов $\bar{y}_1(t)$:

¹ Справочник по кодам статистики ОКВЭД. - <http://www.mogem.ru/public.htm>

$$y_j(t) = \hat{y}_1(t) + \bar{y}_1(t), j = \overline{1, n}. \quad (19)$$

При этом должна учитываться суммарная оценка валовых объемов производства региона $X^{val}(t) = \sum_{j=1}^n x_j(t)$ и валового конечного использования $Y^{val}(t) = \sum_{j=1}^n y_j(t)$.

В качестве ограничений, используя матрицу коэффициентов прямых затрат A , преобразованную к виду $(I - A)$, и матрицу воспроизводства всех видов деятельности V (18), построим матрицу «затраты-инвестиции-выпуск», аналогично (11):

$$(I - A)X(t) - VI(t) \geq Y(t), \quad (20)$$

В качестве блока ресурсных затрат возьмем трудовые ресурсы (15) и производственные мощности отраслей региона (16), (17).

В итоге, с учетом целенаправленности региона (19) и ограничений по межотраслевому балансу (20), трудовым ресурсам (15) и мощностям (16), (17), представим числовую модель экономики региона (Приморского края), включающую 6 отраслей, в виде векторной задачи линейного программирования:

$$Opt Y = \{max Y(t) = \{max = \hat{y}_1(t) + \bar{y}_1(t), j = \overline{1, n}\}, \quad (21)$$

$$max Y^{val}(t) \equiv \sum_{j=1}^n y_j(t), \quad (22)$$

$$max X^{val}(t) \equiv \sum_{j=1}^n x_j(t)\}, \quad (23)$$

$$-0,6359x_1 + 0,3435x_2 + 0,2139x_3 + 0,0403x_4 + 0,1867x_5 + 0,1073x_6 + 0,2007I_1 + 0,0245I_2 + 0,0303I_3 + 0,0044I_4 + 0,1436I_5 + 0,0468I_6 + y_1 \leq 0 \quad , \quad (24)$$

$$0,0096x_1 - 0,9670x_2 + 0,0089x_3 + 0,0410x_4 + 0,0147x_5 + 0,0184x_6 + 0,0304I_1 + 0,0139I_2 + 0,0069I_3 + 0,0260I_4 + 0,0651I_5 + 0,0460I_6 + y_2 \leq 0 \quad , \quad (25)$$

$$0,0181x_1 + 0,0492x_2 - 0,9722x_3 + 0,0470x_4 + 0,0171x_5 + 0,0253x_6 + 0,0837I_1 + 0,0292I_2 + 0,0330I_3 + 0,0431I_4 + 0,1104I_5 + 0,0926I_6 + y_3 \leq 0 \quad , \quad (26)$$

$$0,0007x_1 + 0,0030x_2 + 0,0012x_3 - 0,9976x_4 + 0,0004x_5 + 0,0005x_6 + 0,1008I_1 + 0,0504I_2 + 0,0504I_3 + 0,1008I_4 + 0,1008I_5 + 0,1008I_6 + y_4 \leq 0 \quad , \quad (27)$$

$$0,2245x_1 + 0,0681x_2 + 0,1392x_3 + 0,2005x_4 - 0,9128x_5 + 0,1885x_6 + 0,7270I_1 + 0,0283I_2 + 0,1159I_3 + 0,1291I_4 + 0,3945I_5 + 0,4829I_6 + y_5 \leq 0 \quad , \quad (28)$$

$$0,0725x_1 + 0,0530x_2 + 0,1819x_3 + 0,1231x_4 + 0,0198x_5 - 0,9736x_6 + 0,7142I_1 + 0,0671I_2 + 0,4591I_3 + 0,2416I_4 + 0,2712I_5 + 0,2067I_6 + y_6 \leq 0 \quad , \quad (29)$$

$$972,057 \leq 0,4524x_1 + 2,6175x_2 + 0,6116x_3 + 0,2099x_4 + 0,9725x_5 + 0,4035x_6 \leq 1692,627 \quad , \quad (30)$$

$$366011 \leq x_1 \leq 402612; 26812,94 \leq x_2 \leq 29494; 93795 \leq x_3 \leq 103174; 97674,06 \leq x_4 \leq 107441; 556967 \leq x_5 \leq 612663,7; 289384 \leq x_6 \leq 318322,4 \quad , \quad (31)$$

$$7376 \leq I_1 \leq 8114; 3673 \leq I_2 \leq 4041; 6873 \leq I_3 \leq 7560; 7509 \leq I_4 \leq 8259; 30283 \leq I_5 \leq 33311; 23367 \leq I_6 \leq 25703$$

, (32)

$$57127 \leq y_1 \leq 62839; 388 \leq y_2 \leq 427; 54926 \leq y_3 \leq 60419; 89143 \leq y_4 \leq 98057; 306913 \leq y_5 \leq 337605; 190250 \leq y_6 \leq 209275$$

, (33)

$$X_{inv}(t^0 + \Delta t) = KX(\Delta t) * X_{inv}(t^0), \quad (34)$$

$$I(t^0 + \Delta t) = K_{inv}(\Delta t) * I(t^0), \quad (35)$$

$$Y_{max}(t^0 + \Delta t) = KY(\Delta t) * Y_{max}(t^0), \quad (36)$$

$$\Delta t = t^0, t^0 + 1, \dots, t^0 + T, \quad (37)$$

где (21)-(23) векторный критерий, который соответствует критериям (5)-(6);

(24)-(29) ограничения МОБ, которые соответствуют (7); (30) определяют ограничения по трудовым ресурсам региона (10); (31) ограничения по мощностям представляют: $X(t^0) \leq X(t) \leq X(t^0 + \Delta t)$, где $X(t^0)$ – отчетные данные за 2017 год, $X(t^0 + \Delta t)$ – предполагаемые мощности на период $(t^0 + \Delta t) \in T$ – 2017 г.; ограничения по инвестициям (32): $I_{inv}(t^0) \leq I(t) \leq I_{inv}(t^0 + \Delta t)$;

ограничения по конечному спросу (33): $Y_{max}(t^0) \leq Y(t) \leq Y_{max}(t^0 + \Delta t)$;

равенства (34)-(36) определяют коэффициенты воспроизводства: по мощностям, инвестициям и конечному спросу.

Задача (21)-(37) решается в динамике с периодом планирования один год, $\Delta t = 0, 1, \dots, T$.

Таким образом, модель экономики региона представлена в виде векторной задачи линейного программирования, которая учитывает цели, основные ограничения и динамику развития.

4.4. Моделирование, прогнозирование развития экономики региона (блок 4)

Технология моделирования развития региональной экономики построена путем многократного решения векторной задачи (21)-(37) по алгоритму, основанному на нормализации критериев и принципе гарантированного результата. Представим исходные данные задачи (21)-(37) в системе «MATLAB»: критерии:

$$F = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0; \dots \quad \% \max y_1 \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1; \quad \% \max y_6 \\ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0; \quad \% \max \sum X \\ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1] \quad \% \max \sum y \quad (38)$$

ограничения: межотраслевого баланса, по трудовым ресурсам, мощностям, инвестициям, и конечному спросу (использованию) в системе «MATLAB» представлены коэффициентами задачи, рассчитанными выше;

вектор ограничений межотраслевого баланса (24)-(29) $b_i = 0, i = \overline{1, n}$, и ограничения по трудовым ресурсам (30) $b_i, i = n + 1, n + 2$, где $n + 1$ – ограничения снизу, $n + 2$ – ограничения сверху;

коэффициенты, определяющие развитие объемов валового регионального продукта $KX = 1$; инвестиций $Kinv = 1$; конечного спроса $KY = 1$.

$$Xmax = [KX * X \quad Kinv * Iinv \quad KY * Ymax], bl = Xmin; bu = Xmax.$$

Алгоритм решения представим в виде последовательности шагов, структура которых представлена в наших работах¹.

На первом и втором шаге решается задача по каждому критерию отдельно. Для этого определяется наихудшие $\{x1min, \dots, x8min\}$ и наилучшие точки оптимума $\{x1max, \dots, x8max\}$ с соответствующими величинами целевых функций: $\{f1min, \dots, f8min\}$ и $\{f1max, \dots, f8max\}$.

$$1\text{-й критерий: } [x1min, f1min] = \text{linprog}(F(1,:), A, b, Aeq, beq, bl, bu);$$

$$[x1max, f1max] = \text{linprog}(-F(1,:), A, b, Aeq, beq, bl, bu);$$

Результаты решения:

точки оптимума по первому критерию (отрасли):

$$x1min = X_1^0 = [X^0 = (366010 \ 26810 \ 93790 \ 97670 \ 557200 \ 289550),$$

$$I^0 = (7380 \ 3670 \ 6870 \ 7510 \ 30280 \ 23370),$$

$$Y^0 = (57130 \ 390 \ 54930 \ 89140 \ 306910 \ 190250)],$$

$$x1max = X_1^* = [X^* = (376570 \ 26920 \ 94080 \ 97690 \ 560740 \ 291010),$$

$$I^* = (8110 \ 3670 \ 6870 \ 7510 \ 30280 \ 23370),$$

$$Y^* = (62840 \ 390 \ 54930 \ 89140 \ 306910 \ 190250)];$$

$$\text{величины критериев: } f1min = f_1^0 = 64500; f1max = f_1^* = 71000.$$

$$d1 = f1max - f1min = f_1^* - f_1^0 = 6500.$$

Аналогично выполняются расчеты по остальным критериям:

$$2 \text{ крит.: } f2min = f_2^0 = 4100, f2max = f_2^* = 4500, d2 = 410;$$

$$3 \text{ крит.: } f3min = f_3^0 = 61800, f3max = f_3^* = 68000, d3 = 6180;$$

$$4 \text{ крит.: } f4min = f_4^0 = 96700, f4max = f_4^* = 106300, d4 = 9670;$$

$$5 \text{ крит.: } f5min = f_5^0 = 337200, f5max = f_5^* = 370900, d5 = 33720;$$

$$6 \text{ крит.: } f6min = f_6^0 = 213600, f6max = f_6^* = 235000, d6 = 21360;$$

$$7 \text{ крит.: } f7min = f_7^0 = 1431000, f7max = f_7^* = 1573700, d7 = 142660;$$

$$8 \text{ крит.: } f8min = f_8^0 = 777800, f8max = f_8^* = 855500, d8 = 77650.$$

¹ Машунин Ю.К. Теория управления и практика принятия управленческих решений: учебник. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 494 с.; Mashunin Yu.K. Theory and Methods of Vector Optimization. – London: Cambridge Scholars Publishing, 2020.

Экономический смысл первого шага заключается в том, что каждой отрасли последовательно предоставляются все ресурсы и все мощности региона. Данные решения отображают значения конечного спроса, полученные путем вложения всех имеющихся средств у региона в развитие каждой отрасли. Эти максимальные показатели развития каждой отрасли используем как цели развития этих отраслей.

На третьем шаге проведём *системный анализ* результатов решения.

Для этого в точках оптимума $x1max = \{x_1^*, \dots, x_K^*\}$ определим значение как критериев $F = \{f_k(x_k^*(t)), k = \overline{1, K}\}$ в натуральных единицах, так и в относительных в виде относительных оценок $L = \{\lambda_k(x_k^*(t)), k = \overline{1, K}\}$ по каждому критерию.

$$\lambda_k(x_k^*(t)) = \frac{f_k(x_k^*(t)) - f_k^0}{f_k^* - f_k^0}, k = \overline{1, K}, (39)$$

где f_k^* – наилучшее решение, полученное на первом шаге, f_k^0 – наихудшее решение, полученное на втором шаге решения задачи (16)-(29).

$F =$	71000	4100	61800	96700	337200	213600	1447000	784300
	64500	4500	61800	96700	337200	213600	1431100	778200
	64500	4100	68000	96700	337200	213600	1443200	784000
	64500	4100	61800	106300	337200	213600	1447600	787500
	64500	4100	61800	96700	370900	213600	1489300	811600
	64500	4100	61800	96700	337200	235000	1467500	799200
	64500	4100	61800	96700	337200	213600	1573700	777800
	70900	4500	68000	106300	370900	234900	1573000	855500
$L =$	1	0	0	0	0	0	0,1119	0,0831
	0	1	0	0	0	0	0,0003	0,0052
	0	0	1	0	0	0	0,0849	0,0796
	0	0	0	1	0	0	0,1163	0,1245
	0	0	0	0	1	0	0,4085	0,4343
	0	0	0	0	0	1	0,2555	0,2751
	0	0	0	0	0	0	1	0
	0,9848	1	1	1	1	0,9982	0,9950	1

На четвертом шаге построим λ – задачу для числовой модели экономики региона – Приморского края

Введем коэффициенты, определяющие развитие экономики региона: объемов валового регионального продукта $KX = 1$; инвестиций $Kinv = 1$; конечного спроса $KY = 1$:

$$Xmax = [KX * X \quad Kinv * Yinv \quad KY * Ymax].$$

Определим нижнюю, верхнюю границу переменных: $bl = Xmin$; $bu = Xmax$. В итоге λ – задача примет вид:

$$\lambda^0 = \max \lambda, (40)$$

при ограничениях: $\lambda - ((\hat{y}_1 + \bar{y}_1) - f1min)/d1 \leq 0, \dots,$

$$\lambda - ((\hat{y}_8 + \bar{y}_8) - f8min)/d8 \leq 0, (41)$$

$$-0,6359x_1 + 0,3435x_2 + 0,2139x_3 + 0,0403x_4 + 0,1867x_5 + 0,1073x_6 + 0,2007\hat{y}_1 + 0,0245\hat{y}_2 + 0,0303\hat{y}_3 + 0,0044\hat{y}_4 + 0,1436\hat{y}_5 + 0,0468\hat{y}_6 + \bar{y}_1 \leq 0, (42)$$

$$0,0096x_1 - 0,9670x_2 + 0,0089x_3 + 0,0410x_4 + 0,0147x_5 + 0,0184x_6 + 0,0304\hat{y}_1 + 0,0139\hat{y}_2 + 0,0069\hat{y}_3 + 0,0260\hat{y}_4 + 0,0651\hat{y}_5 + 0,0460\hat{y}_6 + \bar{y}_2 \leq 0, (43)$$

$$0,0181x_1 + 0,0492x_2 - 0,9722x_3 + 0,0470x_4 + 0,0171x_5 + 0,0253x_6 + 0,0837\hat{y}_1 + 0,0292\hat{y}_2 + 0,0330\hat{y}_3 + 0,0431\hat{y}_4 + 0,1104\hat{y}_5 + 0,0926\hat{y}_6 + \bar{y}_3 \leq 0, (44)$$

$$0,0007x_1 + 0,0030x_2 + 0,0012x_3 - 0,9976x_4 + 0,0004x_5 + 0,0005x_6 + 0,1008\hat{y}_1 + 0,0504\hat{y}_2 + 0,0504\hat{y}_3 + 0,1008\hat{y}_4 + 0,1008\hat{y}_5 + 0,1008\hat{y}_6 + \bar{y}_4 \leq 0, (45)$$

$$0,2245x_1 + 0,0681x_2 + 0,1392x_3 + 0,2005x_4 - 0,9128x_5 + 0,1885x_6 + 0,7270\hat{y}_1 + 0,0283\hat{y}_2 + 0,1159\hat{y}_3 + 0,1291\hat{y}_4 + 0,3945\hat{y}_5 + 0,4829\hat{y}_6 + \bar{y}_5 \leq 0, (46)$$

$$0,0725x_1 + 0,0530x_2 + 0,1819x_3 + 0,1231x_4 + 0,0198x_5 - 0,9736x_6 + 0,7142\hat{y}_1 + 0,0671\hat{y}_2 + 0,4591\hat{y}_3 + 0,2416\hat{y}_4 + 0,2712\hat{y}_5 + 0,2067\hat{y}_6 + \bar{y}_6 \leq 0, (47)$$

$$972,057 \leq 0,4524x_1 + 2,6175x_2 + 0,6116x_3 + 0,2099x_4 + 0,9725x_5 + 0,4035x_6 \leq 1692,627, (48)$$

$$366011 \leq x_1 \leq 402612; 26812,94 \leq x_2 \leq 29494; 93795 \leq x_3 \leq 103174; 97674,06 \leq x_4 \leq 107441; 556967 \leq x_5 \leq 612663,7; 289384 \leq x_6 \leq 318322,4, (49)$$

$$7376 \leq \hat{y}_1 \leq 8114; 3673 \leq \hat{y}_2 \leq 4041; 6873 \leq \hat{y}_3 \leq 7560; 7509 \leq \hat{y}_4 \leq 8259; 30283 \leq \hat{y}_5 \leq 33311; 23367 \leq \hat{y}_6 \leq 25703, (50)$$

$$57127 \leq \bar{y}_1 \leq 62839; 388 \leq \bar{y}_2 \leq 427; 54926 \leq \bar{y}_3 \leq 60419; 89143 \leq \bar{y}_4 \leq 98057; 306913 \leq \bar{y}_5 \leq 337605; 190250 \leq \bar{y}_6 \leq 209275, (51)$$

$$Xinv(t^0 + \Delta t) = KX(\Delta t) * Xinv(t^0), (52)$$

$$\hat{Y}(t^0 + \Delta t) = Kinv(\Delta t) * \hat{Y}(t^0), (53)$$

$$\bar{Y}max(t^0 + \Delta t) = K\bar{Y}(\Delta t) * \bar{Y}max(t^0), (54)$$

$$\Delta t = t^0, t^0 + 1, \dots, t^0 + T, (55)$$

где

$$X^o(t) = \{\lambda(t), X(t) = \{x_j(t), j = \overline{1, n}\}, I(t) = \{I_j(t), j = \overline{1, n}\}, Y(t) = \{y_j(t), j = \overline{1, n}\}\} -$$

вектор переменных, в котором переменная λ – это минимальный уровень среди всех относительных оценок: $\lambda(t) = \min_{k \in K} \lambda_k(X(t)), \forall X(t) \in S;$

$\lambda^{\circ}(t) = \max_{X \in S} \lambda(t) = \max_{X \in S} \min_{k \in K} \lambda_k(X(t))$, – это максимальный уровень среди всех минимальных уровней λ на допустимом множестве S , $\lambda^{\circ}(t)$, он также называется гарантированным результатом, т.е. $\lambda^{\circ} \leq \lambda_k(X^{\circ}(t)), k = \overline{1,8}$.

На пятом шаге решим λ -задачу. λ -задача решается в системе «MATLAB».

Исходные данные λ -задачи (40)-(55) используются при ее решении динамике на период планирования один год, $\Delta t = 1$ ($t^0 = 2017$ – этот год представлен отчетными данными).

Коэффициенты, определяющие развитие экономики региона:

$temp = temp + 0$, – прирост трудовых ресурсов;

$KXot = KXot + 0$, – прирост валовых объемов отраслей на начало года;

$KYot = KYot + 0$, – прирост конечного спроса на начало года;

$KX = KX + 0$, – прирост валовых объемов отраслей на конец года;

$Kinv = Kinv + 0,1$, – прирост инвестиций;

$KY = KY + 0$, – прирост конечного спроса на конец года;

$Lyb = Lyb + 0,2$, – прирост максимального значения λ – Lyb .

В примере «Развитие экономики региона» задействованы три коэффициента. На первый год планирования эти коэффициенты примут вид:

$temp = 1; Kinv = 1; Lyb = 1$,

$Xmax = [KX * Xinv \quad Kinv * Iinv \quad KY * Ymax]$.

Решим λ -задачу для первого года планирования.

Решается задача (стандартным образом) $\Delta t=1$:

$[Xo, Lo] = \text{linprog}(-L, A0, b0, Aeq, beq, bl0, bu0)$,

В результате решения λ -задачи получили:

$Lo = \lambda^{\circ}(1) = 0,4927$ – оптимальный уровень (критерий);

$Xo = X^{\circ}(1) = [\lambda^{\circ}(1) = 0,4927$,

$X^{\circ}(1) = \{383990 \ 28140 \ 98240 \ 102330 \ 584730 \ 303910\}$,

$Inv^{\circ}(1) = \{7980 \ 3870 \ 7560 \ 8260 \ 33090 \ 25330\}$,

$Y^{\circ}(1) = \{59700 \ 390 \ 57280 \ 93150 \ 320730 \ 198810\}$],

где $Lo = \lambda^{\circ}(1)$ – максимальная относительная оценка; $X^{\circ}(1) = \{x_j, j = \overline{1, n}\}$ – валовой региональный продукт по каждой отрасли; $Inv^{\circ}(1) = \{I_j, j = \overline{1, n}\}$ – инвестиции; $Y^{\circ}(1) = \{y_j, j = \overline{1, n}\}$ – конечное использование (спрос) соответствующей отрасли.

Суммарные показатели:

$$Xo1_Yo1_Inv_Yo = [X^o(1) = 1501340, Inv^o(1) = 86090, Y^o(1) = 730060, Inv^o(1) + Y^o(1) = 816150]$$

Выполним проверку: $\lambda_k(X^o) = (f_k(X^o) - f_k^o) / (f_k^* - f_k^o), k = \overline{1, K}$, – оператор в системе «MATLAB» примет вид:

$$Lymbda_Yo = [(f1x0(1,:) - f01min)/d1 \dots (f8x0(8,:) - f08min)/d8].$$

В результате решения получили:

$$\lambda_k(X^o) = Lymbda_Y^o = [0,4927 \ 0,4927 \ 0,4927 \ 0,4927 \ 0,4927 \ 0,4927 \ 0,4927 \ 0,4936] \quad (56)$$

Этот вектор говорит о том, что в оптимальной точке X^o темп роста каждой отрасли достигает $\lambda^o = 0,4927$ от своей установленной величины, (которую определили заранее как 10% от отчетных данных).

С математической точки зрения результат (56) говорит о том, что в оптимальной точке X^o все локальные подсистемы (отрасли) двухуровневой иерархической системы (региона) развиты равномерно, (т. е. относительные оценки равны между собой и равны λ^o , подробнее см. теорему 1¹).

Формирование показателей развития экономики региона (блок 5)

Экономические показатели в совокупности представляют финансовый план региона на планируемый период.

Затраты ресурсов при таком выпуске отраслей определены как:

$Rtrud = a0(16,:) * x0 = 1020230$ – количество человек, необходимых для реализации взятых обязательств регионе; $dr1 = b0(16) - Rtrud = 49031$ – отклонения ресурсов от планируемого роста. Темп роста каждой отрасли в системе «MATLAB» определяется вектором:

$$Temp = \left[\frac{f1x0}{f01min}; \dots; \frac{f8x0}{f08min} \right] = [1.0493 \ 1.0493 \ 1.0493 \ 1.0493 \ 1.0493 \ 1.0493 \ 1.0491 \ 1.0493]$$

Оплата труда по каждому виду продукции региона рассчитывается из полученных объемов производства видов продукции $X^o = \{X_j, j = \overline{1, n}\}$, используя коэффициенты матрицы ВДС Z (11):

$$Trud_Zp = [76467 \ 9187 \ 32164 \ 40673 \ 248145 \ 111883].$$

Налоговые отчисления по каждой отрасли:

¹ Машунин Ю.К. Теория управления и практика принятия управленческих решений: учебник. – М.: РУСАЙНС, 2019. – 494 с.

$NalogX0 = [9857\ 3457\ 8949\ 10390\ 29086\ 14813]$, – эти налоговые отчисления характеризуют налоговые поступления в доходную часть бюджета и являются стартовой точкой для расчета бюджета региона;

Амортизационные отчисления - важная составляющая экономики региона, определяющая, насколько вкладываются денежные средства в восстановление основных фондов региона:

$$Amort = [19478\ 28\ 84\ 1632\ 95154\ 48934].$$

Прибыли фирм по каждой отрасли:

$$Profit = [13405\ 209\ 750\ 2919\ 21786\ 16900].$$

Валовая добавленная стоимость в регионе представляет в совокупности все вышеперечисленные денежные средства:

$$ValDobStoim = [119209\ 12883\ 41949\ 55616\ 394172\ 192532].$$

$$\text{Сумма ВДС: } SumValDobStoim = 816361.$$

4.6. Прогнозирование развития экономики региона на текущий период (блок

б)

Результаты расчета сведем в ряд таблиц.

Таблица 7

Прогноз валового объема продукции по отраслям региона на год (млн. руб.)

Номер отрасли	Базовый год	Прогноз	Ограничения расчёта
	2017	2018	2018
1	366011	383987	402612
2	26813	28144	29494
3	93795	98240	103174
4	97674	102328	107441
5	556967	584730	612663
6	289384	303907	318322
Итого	1430644	1501339	1573708

Источник: составлено авторами.

Используя матрицу коэффициентов дезагрегации: kD_Agr , выполним переход от прогнозируемых 6 отраслей таблицы 7 к 15 отраслям. Результат представим в таблице 8.

Таблица 8

Прогноз валового объема продукции по 15 отраслям региона (млн. руб.)

Показатели (виды экономической деятельности)	Базовый год	Прогноз
	2017	2018
1. Сельское хозяйство	26813	28144
2. Рыболовство	97674	102328
3. Добыча полезных ископаемых	22656	23385
4. Обрабатывающее производство	248009	258116

5.Производство электроэнергии, газа, воды	95309	102486
6.Строительство	93795	98240
7.Оптовая и розничная торговля	262499	298739
8.Гостиницы и рестораны	21610	27248
9.Транспорт и связь	289365	302799
10.Финансовая деятельность	4177	5496
11.Операции с недвижимым имуществом	57368	54088
12.Государственное управление и в. без.	92512	101626
13.Образование	38988	29470
14.Здравоохранение и социал. услуги	60876	53093
15.Предоставление ком, соц, перс. услуг	18993	16080
16.Деятельность домашних хозяйств	0	0
Итого	1430644	1501339

Источник: составлено авторами.

Таблица 9

Прогноз роста конечного спроса за счет инвестиций по 6 отраслям (млн. руб.)

Номер отрасли	Базовый год	Прогноз	Ограничения расчёта
	2017	2018	2018
1	7376	7983	8113
2	3673	3873	4040
3	6873	7560	7560
4	7508	8259	8259
5	30282	33086	33311
6	23366	25330	25703
Итого	79080	86094	86988

Используя матрицу коэффициентов дезагрегации: **kD_Agr**, представим прогнозируемые 6 отраслей таблицы 9 в виде 15 отраслей. Результат представим в таблице 10.

Таблица 10

Прогноз конечного спроса за счет инвестиций по 15 отраслям (млн. руб.)

Показатели (виды экономической деятельности)	Базовый год	Прогноз
	2017	2018
1.Сельское хозяйство	3673	3873
2.Рыболовство	7508	8259
3.Добыча полезных ископаемых	457	486
4.Обрабатывающее производство	4998	5366
5.Производство электроэнергии, газа, воды	1921	2131
6.Строительство	6873	7560
7.Оптовая и розничная торговля	14272	16904
8.Гостиницы и рестораны	1175	1542

9.Транспорт и связь	23366	25270
10.Финансовая деятельность	227	311
11.Операции с недвижимым имуществом	3119	3060
12.Государственное управление и в. без.	5030	5750
13.Образование	2120	1668
14.Здравоохранение и социал. услуги	3310	3004
15.Предоставление ком, соц, перс. услуг	1033	910
16.Деятельность домашних хозяйств	0	0
Итого	79080	86094

Таблица 11

Прогноз роста конечного спроса (без инвестиций) по 15 отраслям (млн. руб.)

Показатели (виды экономической деятельности)	Базовый год	Прогноз
	2017	2018
1.Сельское хозяйство	388	389
2.Рыболовство	89143	93154
3.Добыча полезных ископаемых	3536	3636
4.Обрабатывающее производство	38709	40128
5.Производство электроэнер., газа, воды	14876	15933
6.Строительство	54926	57284
7.Оптовая и розничная торговля	144648	163858
8.Гостиницы и рестораны	11908	14946
9.Транспорт и связь	190228	198204
10.Финансовая деятельность	2302	3015
11.Операции с недвижимым имуществом	31612	29667
12.Государственное управление и в. без.	50978	55742
13.Образование	21484	16165
14.Здравоохранение и социал. услуги	33546	29122
15.Предоставление ком, соц, перс. услуг	10466	8820
16.Деятельность домашних хозяйств	0	0
Итого	698750	730062

Таблица 12

Прогноз совокупного конечного спроса по 15 отраслям региона (млн. руб.)

Показатели (виды экономической деятельности)	Базовый год	Прогноз
	2017	2018
1.Сельское хозяйство	4062	4262
2.Рыболовство	96651	101413
3.Добыча полезных ископаемых	3993	4122
4.Обрабатывающее производство	43707	45495
5.Производство электроэнер., газа, воды	16797	18064
6.Строительство	61799	64844

7. Оптовая и розничная торговля	158920	180762
8. Гостиницы и рестораны	13083	16488
9. Транспорт и связь	213592	223473
10. Финансовая деятельность	2529	3326
11. Операции с недвижимым имуществом	34731	32728
12. Государственное управление и в. без.	56008	61492
13. Образование	23604	17832
14. Здравоохранение и социал. услуги	36856	32126
15. Предоставление ком, соц, перс. услуг	11498	9730
16. Деятельность домашних хозяйств	0	0
Итого	777830	816156

Аналогично проведены и представлены в виде таблиц расчеты: Прогноз промежуточного потребления региона; Инвестиции в прирост конечного спроса; Трудовые ресурсы (млн. чел.), позволяющие получать планируемые объемы производства: начальные $t^0 = 972000, t^1 = 1020230$; Прогноз роста относительных оценок и темпов роста по отраслям; Заработная плата основных производственных рабочих; Валовая добавленная стоимость региона и другие расчеты. Отдельно представим таблицу 13 (млн. руб.) налоговых поступлений, которые являются основой прогноза доходной части бюджета региона.

Таблица 13

Налоги региона

Номер отрасли	Базовый год	Прогноз
	2017	2018
1	9396	9857
2	3294	3457
3	8544	8949
4	9918	10390
5	27705	29086
6	14105	14813
Итого	72964	76556

4.7. Принятие окончательного управленческого решения по развитию экономики региона – административное воздействие (блок 7)

В целом результаты моделирования служат основой для принятия управленческих решений по развитию экономики региона:

во-первых, для выполнения мероприятий по предпринимательскому развитию малых, средних и крупных фирм;

во-вторых, для решения различного вида финансовых задач;

и, в-третьих, для оценки налоговых поступлений при формировании бюджета.

5. Прогноз и формирование доходной и расходной части бюджета:
Социальное развитие региона (2 этап)

5.0. Техническое задание на разработку проекта (блок 0)

Дано. Статистические данные по Приморскому краю, сформированные в виде отчета об исполнении консолидированного бюджета Приморского края за 2017 год, и содержащие информацию о доходах по видам его источников, представлены в таблице 14 (тыс. рублей).

Таблица 14

Доходная часть бюджета Приморского края за 2017 год

Наименование	2017
Налоги на прибыль, доходы	43 205 416,00
Налоги на товары (работы, услуги), реализуемые на территории РФ	6 195 616,00
Налоги на совокупный доход	4 391 000,00
Налоги на имущество	10 931 835,00
Налоги, сборы и регулярные платежи за пользование природными рес.	571 847,00
Государственная пошлина	308 626,00
Доходы от использования имущества, находящегося в государственной и муниципальной собственности	68 463,00
Платежи при пользовании природными ресурсами	104 539,00
Доходы от оказания платных услуг и компенсации затрат государства	7 350,00
Доходы от продажи материальных и нематериальных активов	56 072,00
Административные платежи и сборы	9 069,00
Штрафы, санкции, возмещение ущерба	766 004,00
Прочие неналоговые доходы	22,00
Безвозмездные поступления от других бюджетов РФ	17 682 453,40
Безвозмездные поступления от негосударственных организаций	10 984,55
Всего доходов	84 309 296,95

Источник: О краевом бюджете на 2017 год и плановый период 2018 и 2019 годов : закон Приморского края от 23.12.2016 № 52-КЗ (ред. 14 декабря 2017 г.). - <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

Статистические данные расходной части бюджета представлены далее по тексту.

Требуется. Сформировать прогноз доходной части бюджета развития экономики региона на базе прогноза налоговых поступлений; выполнить прогноз расходной части бюджета и сформировать документ, определяющий социальное развитие региона.

5.1. Прогноз и формирование доходной части бюджета региона (1 блок)

Доходы бюджетов формируются в соответствии с бюджетным законодательством РФ, законодательством о налогах и сборах и законодательством об иных обязательных платежах. Доходы от федеральных налогов и сборов, региональных и местных налогов, иных обязательных поступлений являются источниками формирования доходов бюджетов бюджетной системы Российской Федерации и зачисляются на соответствующие счета.

Для региона основным плановым документом является бюджет субъекта РФ – бюджет Приморского края, доходная часть которого зависит от состояния экономики региона. Поэтому для составления проекта бюджета необходимы статистические данные (сведения), налоговые поступления за прошлые периоды, на основе которых строится прогноз социально-экономического развития региона. Проект краевого бюджета составляется в порядке, установленном Правительством края в соответствии с положениями Бюджетного кодекса Российской Федерации и законами Приморского края.

На основе данных коэффициентов темпа роста по видам экономической деятельности, представленных в таблице 17, рассчитаем прогноз доходной части бюджета Приморского края на 2018 год на основе среднего темпа роста по ВЭД. Результаты прогнозирования представлены в таблице 15 (*тыс. рублей*).

Таблица 15

Прогноз доходной части бюджета Приморского края на 2018 г.

Наименование	2017	2018
Налоги на прибыль, доходы	43 205 416,00	45 333 447
Налоги на товары (работы, услуги), реализуемые на территории российской федерации	6 195 616,00	6 500 773
Налоги на совокупный доход	4 391 000,00	4 607 273
Налоги на имущество	10 931 835,00	11 470 269
Налоги, сборы и регулярные платежи за пользование природными ресурсами	571 847,00	600 012
Государственная пошлина	308 626,00	323 827
Доходы от использования имущества, находящегося в государственной и муниципальной собственности	68 463,00	71 835
Платежи при пользовании природными ресурсами	104 539,00	109 687
Доходы от оказания платных услуг (работ) и компенсации затрат государства	7 350,00	7 712
Доходы от продажи материальных и нематериальных активов	56 072,00	58 833
Административные платежи и сборы	9 069,00	9 515
Штрафы, санкции, возмещение ущерба	766 004,00	803 732
Прочие неналоговые доходы	22,00	23

Наименование	2017	2018
Безвозмездные поступления от других бюджетов бюджетной системы российской федерации	17 682 453,40	18 553 381
Безвозмездные поступления от негосударственных организаций	10 984,55	11 525
Всего доходов	84 309 296,95	88 461 851

Источник: составлено авторами на основе: <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

5.2. Прогноз и формирование расходной части бюджета региона (2 блок)

Данные о распределении бюджетных ассигнований на 2017 год представлены в таблице 16

Таблица 16

Расходная часть бюджета Приморского края на 2017 г. (тыс. рублей).

Наименование	2017
Общегосударственные вопросы	4 126 616,06
Национальная оборона	26 041,00
Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	1 185 584,21
Национальная экономика	16 734 588,99
Жилищно-коммунальное хозяйство	9 706 483,45
Охрана окружающей среды	85 030,89
Образование	17 647 475,07
Культура, кинематография	1 781 766,83
Здравоохранение	6 003 333,28
Социальная политика	27 892 115,45
Физическая культура и спорт	2 105 462,22
Средства массовой информации	365 789,21
Обслуживание государственного и муниципального долга	994 294,40
Межбюджетные трансферты общего характера бюджетам бюджетной системы российской федерации	2 309 907,20
Всего расходов	90 964 488,26

Источник: <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

Согласно 184-ФЗ от 06.10.1999 г., органы государственной власти субъекта Российской Федерации ведут реестры расходных обязательств субъекта в соответствии с требованиями Бюджетного кодекса Российской Федерации и в порядке, установленном законами и иными нормативными правовыми актами субъекта Российской Федерации.

На основе статистических данных, представленных в таблице 16, и коэффициентов темпа роста, представленных в таблице 13, рассчитаем прогноз расходной части бюджета Приморского края на 2018 год. Результаты прогнозирования представлены в таблице 17.

Таблица 17

Прогноз расходной части бюджета Приморского края на 2018 г. (тыс. рублей)

Наименование	2017	2018
Общегосударственные вопросы	4 126 616,06	4 329 867
Национальная оборона	26 041,00	27 323
Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	1 185 584,21	1 243 978
Национальная экономика	16 734 588,99	17 558 831
Жилищно-коммунальное хозяйство	9 706 483,45	10 184 564
Охрана окружающей среды	85 030,89	89 218
Образование	17 647 475,07	18 516 680
Культура, кинематография	1 781 766,83	1 869 525
Здравоохранение	6 003 333,28	6 299 020
Социальная политика	27 892 115,45	29 265 908
Физическая культура и спорт	2 105 462,22	2 209 164
Средства массовой информации	365 789,21	383 805
Обслуживание государственного и муниципального долга	994 294,40	1 043 267
Межбюджетные трансферты общего характера бюджетам бюджетной системы российской федерации	2 309 907,20	2 423 678
Всего расходов	90 964 488,26	95 444 835

Источник: составлено авторами на основе: <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

Оценка прогноза доходной и расходной части бюджета ПК

Для оценки (сравнения) прогноза доходной и расходной части бюджета, указанного ранее, рассмотрим фактические данные расходов и доходов бюджета Приморского края в 2018 году.

Таблица 18

Доходная часть бюджета Приморского края на 2018 г. (тыс. рублей)

Наименование	2018
Налоги на прибыль, доходы	45 645 881,686
Налоги на товары (работы, услуги), реализуемые на территории РФ	6 973 815,286
Налоги на совокупный доход	5 266 584,133
Налоги на имущество	11 513 353,960
Налоги, сборы и регулярные платежи за пользование природными ресурсами	522 774,626
Государственная пошлина	323 743,500
Доходы от использования имущества, находящегося в государственной и муниципальной собственности	70 385,594
Платежи при пользовании природными ресурсами	146 887,778
Доходы от оказания платных услуг, компенсации затрат государства	37 548,121
Доходы от продажи материальных и нематериальных активов	50 505,510

Наименование	2018
Административные платежи и сборы	9 068,900
Штрафы, санкции, возмещение ущерба	718 758,544
Безвозмездные поступления от других бюджетов РФ	17 275 263,600
Всего доходов	88 554 571,238

Источник: <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

Таблица 19

Расходная часть бюджета Приморского края на 2018 г.

Наименование	2018
Общегосударственные вопросы	5 424 050,662
Национальная оборона	24 821,100
Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	1 325 337,770
Национальная экономика	16 453 391,616
Жилищно-коммунальное хозяйство	10 224 315,978
Охрана окружающей среды	104 697,520
Образование	18 506 895,306
Культура, кинематография	1 488 659,728
Здравоохранение	6 809 269,862
Социальная политика	29 409 839,221
Физическая культура и спорт	1 922 900,969
Средства массовой информации	380 377,906
Обслуживание государственного и муниципального долга	994 294,400
Межбюджетные трансферты общего характера бюджетам бюджетной системы российской федерации	2 292 272,891
Всего расходов	95 361 124,929

Источник: <http://docs.cntd.ru/document/444960339>

Из таблиц 14-19 видно, что выполненный прогноз является достаточно точным. Отклонение прогнозируемой суммы доходов бюджета Приморского края за 2018 год от фактической суммы доходов бюджета региона за тот же год равно |0,1%|. Аналогично, отклонение прогнозируемой суммы расходов бюджета Приморского края за 2018 год от фактической суммы расходов бюджета региона за тот же год равно |0,9%|.

Заключение

Таким образом, математическая модель формирования развития региональной экономики и методы решения векторных задач математического программирования дают возможность подсчитать валовые объемы отраслей региона и оптимальный темп роста видов экономической деятельности региона с учетом: во-первых, межотраслевого баланса; во-вторых, инвестиций, вкладываемых в каждую отрасль региона; в-третьих, с учетом ресурсных возможностей региона и его производственных мощностей.

Построенная модель и результаты моделирования могут служить основой для разработки экономической политики региона, определяя линию поведения каждой отрасли (т. е. всех предприятий отрасли) в совокупности.

Сформированный прогноз развития региональной экономики позволил разработать прогноз доходной части бюджета, развития экономики региона на базе прогноза налоговых поступлений, а также выполнить прогноз расходной части бюджета и сформировать документ, определяющий социальное развитие региона.

Выводы. Исследование направлено на решение проблемы обеспечения надежности прогнозирования в краткосрочной, среднесрочной, долгосрочной перспективе, во-первых, развития экономики государства и региона, во-вторых, социально-экономического развития, которые представлены доходной и расходной частями бюджета. Прогноз выполняется на основе статистической информации, межотраслевого баланса и методов векторной оптимизации. Исследуется целенаправленность развития экономики каждого уровня управления в государстве. Методология сформирована: во-первых, на информационном обеспечении, которое представляется государственными статистическими органами; во-вторых, на математическом моделировании экономических систем (математическое обеспечение); в-третьих, на инвестиционных процессах, которые определяют тенденции развития экономики региона; в-четвертых, на программном обеспечении решения указанных проблем. Авторы готовы участвовать в расчетах по прогнозированию развития других регионов.