

УДК 330.322

*Н. И. Трухина, О. В. Корницкая, О. А. Попова, С. Н. Дьяконова, Д. А. Варфоломеева*

Воронежский государственный технический университет, Воронеж,

e-mail: mill\_mell@list.ru

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕКТРАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, социально-экономические показатели, инновационные технологии, инновационно-строительная отрасль, спектральные методы исследования, строительная отрасль.

В статье рассмотрены инновационные технологии, основанные на спектральных методах изучения объекта исследования. Проанализированы возможности использования спектральных методов при планировании инвестиционно-строительной деятельности для создания наиболее эффективной системы развития социально-экономических показателей страны. Изучены результаты использования спектральных методов, позволяющие сформировать эффективные управленческие решения развития социально-экономических структур. Представлена и изучена схема строения и взаимодействия составляющих элементов акустооптического спектрально прибора, принцип работы акустооптического фильтра, который входит в состав спектрального прибора. Проанализированы инновационные спектральные разработки позволяющие исследовать почву и материалы для возведения зданий и сооружений. Рассмотрены оптические схемы акустооптических спектрометров, выявлены основные условия их возможного применения в строительной отрасли. Рассмотрены методы инновационного моделирования основанные на спектральном распознавании объекта, которые позволяют определить не только его объем, структуру, но и уровень вредных веществ содержащихся в его элементах. Программное обеспечение таких приборов, позволяет объединять в себе функции по управлению, сбору и обработки данных полученных с камеры, а также отображают полученные результаты.

**N. I. Trukhina, O. V. Kornitskaya, O. A. Popova, S. N. Dyakonova, D. A. Varfolomeeva**

Voronezh state technical University, Voronezh, e-mail: mill\_mell@list.ru

## **INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN THE INVESTMENT AND CONSTRUCTION INDUSTRY USING SPECTRAL RESEARCH METHODS**

**Keywords:** innovative activity, socio-economic indicators, innovative technologies, innovative construction industry, spectral research methods, construction industry.

The article considers innovative technologies based on spectral methods for studying the object of study. The possibilities of using spectral methods in planning investment and construction activities to create the most effective system for the development of the country's socio-economic indicators are analyzed. The results of the use of spectral methods, which make it possible to form effective management decisions for the development of socio-economic structures, are studied. A diagram of the structure and interaction of the constituent elements of an acousto-optic spectral device, the principle of operation of an acousto-optic filter, which is part of the spectral device, are presented and studied. Innovative spectral developments allowing to study the soil and materials for the construction of buildings and structures are analyzed. The optical schemes of acousto-optical spectrometers are considered, the main conditions for their possible application in the construction industry are identified. The methods of innovative modeling based on the spectral recognition of an object are considered, which allow determining not only its volume, structure, but also the level of harmful substances contained in its elements. The software of such devices allows you to combine the functions of managing, collecting and processing data received from the camera, and also display the results.

### **Введение**

На сегодняшний день строительная индустрия является неотъемлемой составляющей экономики страны в целом. Возникает необходимость изучения широкого спектра прикладных задач способствующих развитию строительной отрасли. Вопросы раз-

вития и совершенствования новых методов и технологий в строительстве не теряют своей актуальности.

Повышение уровня процесса управления, за счет улучшения качества материалов используемых в строительстве, является неотъемлемой составляющей научно-

технического прогресса. Систематизация и стабилизация систем взаимодействия в строительстве, основанная на повышении качества не только процесса управления, но и используемых материалов, позволит расширить границы строительной индустрии и обеспечить стабильный рост показателей строительной отрасли.

Инновационные технологии, основанные на спектральных методах исследования строительного производства, позволят сформировать полученные аналитические данные в едином центре управления. В режиме реального времени полученные результаты при использовании спектрального анализатора, передаются на центральный пункт управления, что позволяет оценить состав исследуемого объекта и ускорить управленческие процессы.

Инвестиционно-строительная отрасль стремительно развивается и внедряет в свою деятельность все новые технологические инструменты управления, осуществляя переход на инновационные цифровые технологии, в том числе технологии информационного моделирования. Систематизация и структурирование факторов оказывающих негативное влияние на процессы, охватывающие строительную деятельность, позволит стабилизировать управление строительным производством [1].

Цель исследования – анализ возможности использования спектральных методов при планировании инвестиционно-строительной деятельности для создания наиболее эффективной системы развития социально-экономических показателей страны. Оценка и обоснование полученных результатов при использовании спектральных методов для разработки эффективных управ-

ленческих решений развития социально-экономических структур.

Исследование новых методов, основанных на применении спектров взаимодействия материи с излучением, которые позволят исследовать объект изучения, увидеть не только внешнюю структуру, но и его составляющую. Существует много различных методов и оптических способов, используемых при анализе различных объектов, но спектральные методы проведения анализа охватывают наиболее широкий спектр человеческой деятельности. Спектральные методы, используемые при исследовании определенного ряда объектов позволяют увидеть не только пространственную составляющую, но и его спектральные свойства [3].

Во многих областях человеческой деятельности требуются инновационные методы решения задач, с которыми человек сталкивается ежедневно. Спектрометры позволили бы решить множество задач, как в промышленной, медицинской, биологической и других сферах деятельности, в которых недостаточно знать только свойства поверхности исследуемого образца, а необходимо и видеть расположение элементов в исследуемом образце.

### Материалы и методы исследования

На основании современных технологий были созданы спектральные устройства, имеющие множество каналов позволяющих распознавать исследуемые объекты. Такие инновационные технологии основаны на создании ультразвукового поля, которое создается за счет встроенной дифракционной решетки, что и позволяет осуществлять спектральный анализ (рис.1).

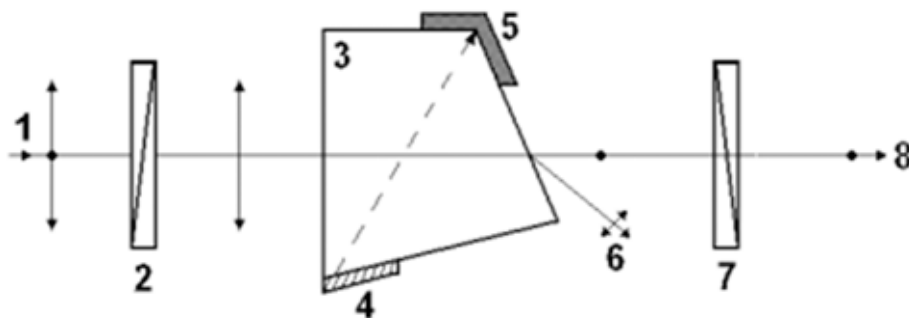


Рис. 1. Структура акустооптического фильтра:

1 – падающее излучение, 2,7 – поляризаторы, 3 – акустооптическая среда, 4 – генератор, 5 – поглотитель, 6 – непротифрагированное излучение, 8 – отфильтрованное излучение)

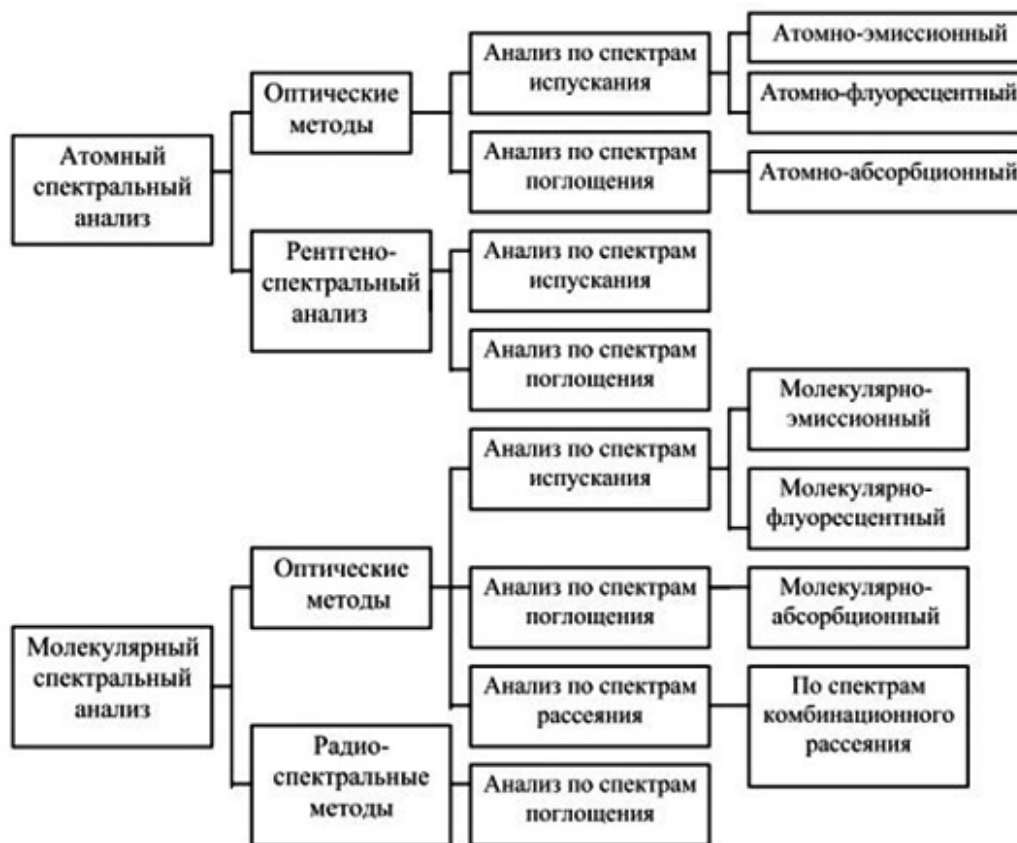


Рис. 2. Распределение методов спектрального анализа

На основе таких спектральных оптических элементов, получивших название акустооптические, созданы спектральные устройства разнообразного типа, например, бортовые спектрометры, мобильные и стационарные газоанализаторы, приборы для подводных измерений в толще воды и тд. Их основными преимуществами является отсутствие подвижных частей, компактность, произвольный спектральный доступ и угловое разрешение [5].

Существует несколько оптических схем АО спектрометров:

1. Схема с параллельным ходом лучей через АОФ. Широко используемая схема, с помощью которой можно получить высокое качество изображения, так как отсутствует астигматизм и кривизна поля. Но из-за нелинейной зависимости угла дифракции от углов падения возникает дисторсия.

2. Конфокальная схема АО фильтрации. В такой схеме отсутствует дисторсия и хроматический сдвиг изображения, что тоже дает хорошее качество. Тем не менее, существуют другие виды aberrаций, которые в данной схеме не исчезают.

3. Схема с АОФ в сходящихся пучках лучей. В такой схеме присутствует сферическая aberrация. Такая схема является наиболее дешевой, потому что дает низкое качество изображения. Но не смотря на это, используется чаще остальных.

Одни спектральные устройства и методы анализа, позволяют произвести анализ производственной составляющей строительной деятельности они основаны на способности атомов в результате возбуждения испускать волны по длине, а также величине пика на спектре, автоматически идентифицируя химические элементы содержащиеся в строительной конструкции и рассчитывая их концентрацию. Другие рассчитывают толщину металла в железобетонных-строительных конструкциях и степень чистоты металлических сплавов.

Спектральные линии образующиеся при поглощение – абсорбционные, при испускании эмиссионные, спектр веществ – совокупность абсорбционных и эмиссионных линий. Аналитические линии элемента считаются наиболее интенсивными и используются в атомно-эмиссионном анализе для

качественного и количественного определения элемента.

Методы спектрального анализа ускоряют производственные процессы, за счет автоматизированного проведения анализа строительных материалов при возведении зданий и сооружений, а также способны исследовать строительные образцы без разрушения.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Методы инновационного моделирования, основанные на спектральном подходе распознавания объекта, позволяют определить не только его объем, структуру, но и уровень вредных веществ содержащихся в его элементах [6]. Программное обеспечение приборов предназначенных для проведения спектрального анализа объектов исследования, объединяют в себе функции по управлению, сбору и обработке данных полученных с камеры, а также отображают полученные результаты.

Основываясь на изученных материалах по использованию спектральных методов исследования, можно сделать заключение, что каждый объект исследования имеет свои особенности и характеристики. Основываясь на разности объектов, возникает необходимость распределения на группы, представленные на рис. 2.

На основании имеющихся данных, можно сделать выводы, что с помощью АО спектрометров можно провести исследования почвы перед началом строительства, что позволит выявить уровень загрязнения территории и вовремя ликвидировать неблагоприятные последствия [7].

Спектральный анализ имеет высокий уровень экспрессности, что является важным достоинством данного метода в настоящее время. Используя спектральные технологии, можно провести анализ за пару секунд, ре-

зультаты которого покажут химический состав материалов планируемых использовать в возведении зданий и сооружений.

### **Выводы**

Использование спектральных методов в инвестиционно-строительной деятельности для нормализации процессов управления социально-экономической составляющей представляется актуальным методом исследования.

Предложенные технологии исследования процессов осуществляемых в строительной отрасли с применением, как количественных, так и качественных методов, основанных на взаимодействии электромагнитного излучения элементов исследования в инфракрасной области при использовании спектрометров, позволят более детально исследовать почву, материалы и общую конструкцию возводимого объекта. Спектры участвующие в исследовании объекта имеют связь с энергией вращения молекул и колебательной энергией атомов, что служит основа полагающим фактором для формирования групп сочетания атомов.

Спектральные методы анализа, используемые при исследовании строительных материалов позволяют углубленно изучить их свойства, состав, структуру и эксплуатационную надежность, что способствует развитию прогрессивных технологий. Методы анализа, основанные на физико-химическом анализе используют в своей основе энергию воздействующую на исследуемый образец, что влечет изменение энергетического состояния его частиц.

Инновационные технологии основанные на спектральных методах исследования и внедряемые в строительный процесс позволяют выявить вовремя все неблагоприятные последствия для экономики страны в целом и минимизировать их влияние.

### *Библиографический список*

1. Управление городскими территориями: учеб. пособие / В.Н. Баринев, Э.Ю. Околелова, Н.И. Трухина, О.В. Корницкая. Воронеж: Ритм, 2020. 128 с.
2. Корницкая О.В., Околелова Э.Ю., Трухина Н.И. Формирование основных аспектов эффективного использования земельных ресурсов // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 4-1. С. 73-78.
3. Grabov P.G., Trukhin Yu.G., Trukhina N.I. Monitoring the stress state of frame structures of buildings and structures under the influence of operational load on construction sites. Real Estate: Economics, Management. 2019. № 2. С. 46-52.

4. Okolelova E., Shibaeva M., Trukhina N. Model of investment appraisal of high-rise construction with account of cost of land resources // E3S Web of Conferences. 2018.С. 03014.
5. Трухина Н.И., Околелова Э.Ю. Модель идентификации объектов коммерческой недвижимости в теории нечетких множеств // Недвижимость: экономика, управление. 2017. № 4. С. 33-38.
6. Околелова Э.Ю., Трухина Н.И., Шибаева М.А. Модель оценки эффективности инвестиций в объекты коммерческой недвижимости // Экономика строительства. 2017. № 4 (46). С. 15-29.
7. Okolelova E.Yu., Shibaeva M.A., Trukhina N.I., Kornitskaya O.V. Innovative technologies in construction and building information modeling // E3S Web of Conferences. 22. Sep. "22nd International Scientific Conference on Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies, EMMFT 2020". 2021. С. 05002.
8. Okolelova E., Shibaeva M., Kolesnikova V., Kornitskaya O., Bachurin D. Innovations in the construction industry. Diffusion of innovations // 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). 2020. С. 18272-18279.
9. Barinov V.N., Trukhina N.I., Kornitskaya O.V., Okolelova E.Y., Shulgin A.V. Technology of the information modeling as an innovative form of managing the investment and construction process. Lecture Notes in Networks and Systems. 2020. T. 129 LNNS. С. 1566-1571.
10. Фомина А.Р., Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Развитие цифровой экономики в строительной отрасли // Студент и наука. 2020. № 1 (12). С. 38-43.
11. Корницкая О.В. Совершенствование инструментария управления инновационной деятельностью на предприятиях стройиндустрии: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. Тамбов: Тамбовский государственный университет им.Г.Р. Державина, 2015. 168 с.
12. Корницкая О.В. Совершенствование инструментария управления инновационной деятельностью на предприятиях стройиндустрии: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Тамбов: Тамбовский государственный университет им.Г.Р. Державина, 2015. 24 с.
13. Маркелова М.М., Корницкая О.В. Социально-экономические аспекты развития технологического предпринимательства // Студент и наука. 2020. № 3 (14). С. 59-64.
14. Панова М.А., Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Современные этапы развития и внедрения искусственного интеллекта в строительную индустрию // Студент и наука. 2020. № 3 (14). С. 43-48.
15. Корницкая О.В., Трухина Н.И., Попова О.А., Васильчикова Е.В. Особенности развития инновационного потенциала в строительной отрасли // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2021. № 12-2. С. 297-303.
16. Иноземцева О.И., Корницкая О.В. Развитие инвестиционных проектов жилищного строительства в условиях неопределённости // Студент и наука. 2020. № 4 (15). С. 9-13.
17. Околелова Э.Ю., Корницкая О.В. Проектирование системы управления инновационными бизнес-процессами на предприятиях стройиндустрии // Фундаментальные исследования. 2015. № 4. С. 239-243.
18. Трухина Н.И., Околелова Э.Ю., Корницкая О.В. Стратегия развития инновационной деятельности строительного предприятия // Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: теория и практика: сборник материалов международной научной конференции. 2014. С. 157-161.
19. Трухина Н.И., Трухин Ю.Г., Калабухов Г.А. Совершенствование мониторинга объектов недвижимости в системе земельно-имущественного комплекса // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2021. Т. 18. № 9. С. 24-29.
20. Трухин Ю.Г., Трухина Н.И., Вязов Г.Б. Совершенствование единой системы безопасности строительства и эксплуатации объектов массовой застройки // Недвижимость: экономика, управление. 2020. № 4. С. 6-12.
21. Корницкая О.В. Риски инновационной деятельности строительной отрасли // Фундаментальные исследования. 2014. № 8-2. С. 386-389.
22. Корницкая О.В. Механизмы и стратегии управления инновационной деятельностью в строительной отрасли // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 2. С. 467.
23. Околелова Э.Ю., Корницкая О.В. Модель развития инновационной деятельности предприятия // Экономическое прогнозирование: модели и методы: материалы IX Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией В.В. Давниса, В.И. Тиняковой. 2013. С. 34-37.
24. Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Модель управления инновационной деятельностью предприятия // Будущее науки – 2013: материалы Международной молодежной научной конференции / Отв. ред. Горохов А.А. 2013. С. 132-136.

25. Околелова Э.Ю., Корницкая О.В. Математическое моделирование как неотъемлемая часть развития современного строительного предприятия // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. 2013. № 11. С. 115-118.
26. Корницкая О.В. Роль инновационной деятельности в экономике // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Студент и наука. 2013. № 5. С. 81-84.
27. Фомина А.Р., Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Основные аспекты информационного моделирования в строительной отрасли // Студент и наука. 2021. № 1 (16). С. 16-22.
28. Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Инновации как основа эффективного развития предприятия // Тренды развития современного общества: управленческие, правовые, экономические и социальные аспекты: материалы 2-й Международной научно-практической конференции / Отв. ред. Горохов А.А. 2012. С. 168-171.
29. Корницкая О.В., Околелова Э.Ю. Инвестиционный климат России: проблемы и перспективы // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Экономика и предпринимательство. 2012. № 10. С. 133-138.