

Чернецкая Елена Дмитриевна

**СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОНЦЕПТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ  
У ОПЕРАТОРОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

Специальность: 19.00.03 –  
психология труда, инженерная психология, эргономика  
(психологические науки)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата психологических наук

Работа выполнена в лаборатории психологии труда, эргономики, инженерной и организационной психологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (ИП РАН).

**Научный руководитель:** доктор психологических наук, профессор  
**Обознов Александр Александрович**

**Официальные оппоненты:** **Сергеев Сергей Федорович**  
доктор психологических наук, профессор  
Санкт-Петербургского государственного  
политехнического университета  
имени Петра Великого

**Величковский Борис Борисович**  
кандидат психологических наук, доцент  
факультета психологии Московского  
государственного университета имени  
М.В. Ломоносова

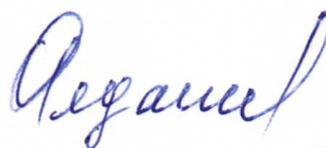
**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский  
государственный университет»

Защита состоится 29 декабря 2016 г. в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 002.016.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (ИП РАН) по адресу: 129366, Москва, ул. Ярославская, д. 13, корп. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук: [www.ipras.ru](http://www.ipras.ru)

Автореферат разослан «26» октября 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор психологических наук



Алдашева А.А.

### Общая характеристика работы

**Актуальность исследования.** В отечественной инженерной психологии и эргономике человеку-оператору всегда отводилась активная роль в управлении техническими объектами, признание за ним права и возможности принятия самостоятельных решений с одновременным возложением ответственности за их последствия (Б.Ф. Ломов, Н.Д. Завалова и В.А. Пономаренко, Г.М. Зараковский и др.). Для этого у человека-оператора должна быть сформирована концептуальная модель технического объекта, которая традиционно трактуется как система знаний, осознанных представлений и образов человека-оператора о функционировании объекта, программах управляющих воздействий и их последствиях, условиях рабочей среды и иных сведениях, необходимых для управления и контроля объекта, понимания и прогнозирования происходящих в нём изменений.

В исследованиях Д.А. Ошанина (1977), В.П. Зинченко (1989), А.И. Галактионова (1981, 1988, 1992), А.Т. Велфорда (1976), А.А. Обознова (2003, 2007, 2012) и других авторов изучались когнитивный (представления человека-оператора о функционировании технического объекта и условиях рабочей среды) и регулятивный (представления о программах управляющих воздействий) компоненты концептуальной модели. При этом допускалось, что руководство объектом осуществляет единственный человек-оператор, поэтому его представления о взаимодействиях группы операторов, включенных в управление современными крупномасштабными человеко-машинными комплексами, не рассматривались.

Проблема состоит в выявлении того, *как организованы* знания и сведения, которые должны содержаться в концептуальной модели. Ещё Д.А. Ошанин (1977) отмечал, что концептуальная модель есть не некий конгломерат сведений, а их структурная организация, которая должна быть раскрыта. Эта проблема остаётся к настоящему времени мало изученной и является актуальной не только в инженерной психологии и эргономике. На важность изучения организации сведений и знаний, содержащихся в памяти человека, указывается в современной когнитивной психологии. Отмечается, что эффективность применения имеющихся у человека сведений и знаний зависит, прежде всего, от их организации в памяти (Б.М. Величковский, 1982, 2006; Дж. Андерсон, 2002; М.А. Холодная, 2002, 2012; Б.Б. Величковский, 2015; и др.).

Структурная организация концептуальных моделей рассматривается в диссертации применительно к операторам крупномасштабных человеко-машинных комплексов, которые объединяют несколько систем «человек-машина». Представителем таких комплексов является энергоблок атомной станции. Энергоблок включает две системы «человек-машина» – реакторный цех и турбинный цех, которые, в свою очередь, включают целый ряд подсистем. Поставленная проблема изучается на примере структурной организации концептуальной модели у ведущего инженера по управлению реактором. Управляющие действия этого оператора имеют последствия для состояния не только реакторного, но и турбинного цеха. Ошибка в управлении реактором может привести к лавинообразному нарастанию нарушений на других участках технологического процесса в энергоблоке. Поэтому для понимания работы энергоблока, предвидения тенденций и принятия решений, особенно в нештатных ситуациях, в концептуальной модели у ведущего инженера по управлению

реактором должны быть представлены как внутрисистемные связи между характеристиками реакторного цеха, так и межсистемные связи между характеристиками реакторного и турбинного цехов. Принципиальное различие этих видов связей, как подчёркивают Ю.Я. Голиков и А.Н. Костин (1996, 1999, 2014), состоит в том, что в силу ограниченности взаимовлияний подсистем в одной системе внутрисистемные связи являются более предсказуемыми, в то время как межсистемные связи существенно менее предсказуемы вследствие многообразия и опосредованности взаимовлияний между системами. Это определяет значительную потенциальную опасность функционирования человеко-машинных комплексов для общества и природы. Примерами тому являются последствия крупнейших аварий на АЭС Три-Майл-Айленд в США (1979 год), Чернобыльской АЭС в СССР (1986 год), АЭС Фукусима в Японии (2011 год).

**Цель исследования:** выявить структурную организацию концептуальных моделей энергоблока у ведущих инженеров по управлению реактором.

**Объект исследования:** профессиональная деятельность операторов атомной станции.

**Предмет исследования:** структурная организация концептуальных моделей энергоблока атомной станции в профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором.

**Гипотезы исследования:**

- существует общая схема организации когнитивного, регулятивного и коммуникативного компонентов концептуальной модели энергоблока независимо от уровня успешности профессиональной деятельности и профессионального стажа ведущих инженеров по управлению реактором;

- существуют типы структурной организации концептуальных моделей, различающиеся по субъективной силе связей между характеристиками энергоблока;

- успешность профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором связана с типами концептуальных моделей.

**Задачи исследования:**

1. Установить компонентный состав концептуальной модели энергоблока атомной станции у ведущих инженеров по управлению реактором.

2. Определить общую схему структурной организации концептуальной модели энергоблока.

3. Выявить типы структурной организации концептуальной модели энергоблока атомной станции.

4. Оценить проявления типов структурной организации концептуальной модели у ведущих инженеров по управлению реактором с разным уровнем успешности профессиональной деятельности.

5. Выявить особенности личностных свойств ведущих инженеров по управлению реактором с разными типами структурной организации концептуальной модели.

**Теоретическая и методологическая основа исследования.** Работа выполнена на основе методологических принципов субъектно-деятельностного подхода, разработанных в трудах С.Л. Рубинштейна (1957, 1958), А.Н. Леонтьева (1975, 1979), А.В. Брушлинского (1994, 1998), К.А. Абульхановой-Славской (1999), В.А. Бодрова (2003, 2006), А.Л. Журавлева (1999, 2007), Л.И. Анцыферовой (2006) и

др.; системного подхода в психологии, разработанных в трудах Б.Ф. Ломова (1966, 1967, 1977, 1980, 1984), В.А. Барабанщикова (1991, 2000) и др.; межсистемного подхода, разработанных в трудах Ю.Я. Голикова и А.Н. Костина (1996, 1999, 2014).

**Методическая организация исследования.** Для изучения содержания и структурной организации концептуальных моделей использовались:

- метод интервью;
- метод свободных ассоциаций (Л.А. Паутова, 2007; В.П. Серкин, 2008; В.Ф. Петренко, 2009; Т.В. Попова, 2011);
- метод субъективного шкалирования (В.Ф. Петренко, О.В. Митина, 1997; В.Ф. Петренко, 2009).

Для определения успешности профессиональной деятельности и выраженности профессионально важных качеств операторов применялся метод экспертных оценок (В.Н. Абрамова, Т.Б. Мельницкая, В.И. Седин, 2002; В.И. Седин, 2003; С.В. Гуцыкова, 2011).

Для изучения личностных свойств использовались:

- 16-ти факторный опросник Р. Кеттелла, форма С (А.Н. Капустина, Л.В. Мургулец, Н.Г. Чумакова, 1972, 2001);
- тест-опросник уровня субъективного контроля Дж. Роттера в адаптации Е.Ф. Бажина, С.А. Голынкиной, А.М. Эткинда (2001);
- методика «Опросник отношений» (В.Н. Абрамова, 1988);
- методика многостороннего исследования личности (ММИЛ в адаптации Ф.Б. Березина, Ф.П. Мирошникова (2011).

Статистический анализ эмпирических данных осуществлялся при помощи программного пакета IBM SPSS Statistics 20.0 с применением следующих методов: многомерное шкалирование ALSCAL (А.Ю. Терехина, 1978, 1986; R. Shepard, 1980); кластерный анализ (метод K-means, метод Варда, расстояние городских кварталов); корреляционный анализ Спирмена; непараметрический U-тест Манна-Уитни.

**Эмпирическая база исследования.** Обследованную выборку составили 64 ведущих инженера по управлению реактором в возрасте от 27 до 59 лет, работавшие на 5-ти атомных станциях России. Общий стаж работы на атомных станциях составил от 3 до 35 лет, стаж работы в должности ведущего инженера по управлению реактором — от 6 месяцев до 34 лет.

**Научная новизна исследования.** На примере профессиональной деятельности ведущего инженера по управлению реактором энергоблока атомной станции исследована структурная организация концептуальной модели человеко-машинного комплекса, объединяющего несколько систем «человек-машина». Наряду с традиционно рассматриваемыми когнитивным и регулятивным компонентами концептуальной модели, в которых организованы знания и представления о внутри- и межсистемных связях характеристик энергоблока, впервые выделен коммуникативный компонент, который содержит представления ведущего инженера о взаимодействиях операторов дежурной смены, включённых в управление и контроль работы энергоблока.

При изучении структурной организации концептуальных моделей энергоблока использовано понятие субъективной силы связей между характеристиками энергоблока. Чем сильнее эти связи, тем более понятны и предсказуемы для ведущих инженеров по управлению энергоблока взаимовлияния связываемых

характеристик. Сильные связи между характеристиками выполняют функцию структуризации содержания концептуальной модели. Определены общая схема и выявлены «комплексный» и «специализированный» типы структурной организации концептуальной модели энергоблока. «Комплексный» тип способствует формированию целостного представления о работе энергоблока и прямо коррелирует с успешностью профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором. Показано, что ведущим инженерам с «комплексным» типом концептуальной модели свойственен паттерн личностных свойств, характерных для субъекта деятельности, способного принимать самостоятельные решения.

**Теоретическая значимость исследования.** Проведенное исследование развивает знания о структурной организации концептуальных моделей применительно к крупномасштабным человеко-машинным комплексам, включающих несколько систем «человек-машина». Концептуальная модель человеко-машинного комплекса исследована как ментальная структура, организующая осознанные представления операторов о внутри- и межсистемных связях технических элементов комплекса, программах его управления и взаимодействиях операторов.

**Практическая важность исследования.** Знания о структурной организации концептуальных моделей человеко-машинных комплексов позволят повысить эффективность профессиональной подготовки операторов, более обоснованно прогнозировать их возможности по выполнению профессиональных обязанностей в штатных и нештатных ситуациях.

**Надёжность и достоверность результатов исследования.** Надёжность и достоверность результатов исследования и сформулированных на их основании выводов определяются глубокой теоретико-методологической разработкой проблемы, репрезентативностью обследованной выборки, использованием адекватных методов эмпирического исследования, корректным применением качественных и количественных методов обработки и анализа полученных результатов.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. В состав концептуальной модели энергоблока атомной станции входят когнитивный (представления о связях характеристик энергоблока), регулятивный (представления о связях управляющих воздействий операторов и изменениями характеристик вверенных им подсистем и оборудования) и коммуникативный (представления о связях с оперативным руководством и другими операторами энергоблока) компоненты. По своей принадлежности указанные связи являются внутрисистемными, т.е. относящимися только к системе «Реакторный цех» или только системе «Турбинный цех»; межсистемными, т.е. связывающими эти две системы; а также связями с оперативным руководством энергоблока.

2. Субъективная выраженность связей между характеристиками энергоблока для ведущих инженеров по управлению реактором различается. Сильные связи означают для них постоянное или очень частое проявление ожидаемых взаимовлияний характеристик энергоблока, включая взаимовлияния технических характеристик, управляющих воздействий операторов, а также взаимодействия с оперативным руководством энергоблока. Субъективно слабые

связи означают отсутствие или очень редкое проявление ожидаемых взаимовлияний и взаимодействий, связи средней силы – примерно равную вероятность, как проявления, так и отсутствия ожидаемых взаимовлияний и взаимодействий.

3. Общая схема структурной организации концептуальной модели у ведущих инженеров по управлению реактором отражает работу энергоблока атомной станции и представлена в виде двухмерного семантического пространства. Вдоль одной оси структурируются элементы когнитивного и регулятивного компонентов, вдоль другой – коммуникативного компонента концептуальной модели.

4. При сохранении общей схемы структурной организации концептуальной модели, существуют её «комплексный» и «специализированный» типы. Основанием этой типологии является относительное количество содержащихся в концептуальной модели сильных внутри- и межсистемных связей, а также связей с оперативным руководством энергоблока. Относительное количество сильных межсистемных связей связано прямой зависимостью с успешностью профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором.

5. Ведущим инженерам по управлению реактором с «комплексным» типом концептуальной модели, в отличие от ведущих инженеров с её «специализированным» типом, свойственен паттерн личностных свойств, характерных для субъекта деятельности, способного принимать самостоятельные и ответственные решения.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения диссертационного исследования неоднократно обсуждались на заседаниях лаборатории психологии труда, эргономики, инженерной и организационной психологии, а также научных семинаров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института психологии Российской академии наук (2010-2015 г.г.). Теоретические и эмпирические результаты диссертационного исследования отражены в отчетах по грантам Российского гуманитарного научного фонда (проекты №08-06-00403а и №11-06-01136а) и были представлены в виде докладов на XI Международной конференции «Безопасность АЭС и подготовка кадров–2009» (29 сентября–02 октября 2009 г., Обнинск), Международной научно-практической конференции «Надежность человеческого фактора в атомной энергетике: актуальность и перспективы развития» (25-28 сентября 2012 г., Обнинск); VIII Международной конференции «Психология и эргономика: единство теории и практики» (24-25 сентября 2013 г., Тверь); Международной научной конференции, посвященной 80-летию А.В. Брушлинского, «Человек, субъект, личность в современной психологии» (10-11 октября 2013 г., Москва); Международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика, ЭРГО-2014» (3-5 июля 2014 г., Санкт-Петербург); научной сессии НИЯУ МИФИ-2015 (18 февраля 2015 г., Обнинск); VII Международной конференции по когнитивной науке (20-24 июня, 2016 г., Светлогорск).

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 3-х глав, заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 136 страницах. Работа иллюстрирована 13 таблицами и 11 рисунками.

Список литературы включает в себя 191 наименование, из которых 29 на английском языке.

### **Основное содержание диссертации**

**Во Введении** обосновывается актуальность работы, указываются объект и предмет исследования; определяются цель, гипотезы и задачи исследования; раскрываются научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы; формулируются положения, выносимые на защиту.

**В первой главе «Анализ исследований концептуальных моделей у операторов технических объектов»** изложены результаты теоретического анализа исследований концептуальных моделей у операторов технических объектов.

**В параграфе 1.1.** проводится анализ теоретических подходов к пониманию концептуальной модели как внутреннего средства операторской деятельности. Концептуальная модель рассматривалась как «глобальный образ» (А.Т. Велфорд, 1976), «оперативный образ» (Д.А. Ошанин, 1977), «внутренний мир человека-оператора» (В.П. Зинченко, 1970), «динамический образ объекта деятельности» (Н.Д. Гордеева, В.М. Девишвили, В.П. Зинченко, 1975), «психологическая и оперативно-психологическая модель» (В.Ф. Венда, 1990), «психическое образование» (Б.Г. Мещеряков, В.П. Зинченко, 2003), «база знаний, описывающая определенную предметную область» (В.Б. Рябов, 2002, 2014) и др. При всех различиях в понимании концептуальной модели, авторы едины в понимании функций концептуальной модели. Когнитивная функция состоит в создании у человека-оператора целостной «умственной картины» того, что происходит в технической системе, а регулятивная – в обеспечении эффективных действий по управлению системой на основе понимания происходящего.

Анализируются результаты исследований, которые раскрывают когнитивную функцию концептуальной модели (В.П. Зинченко, 1970; В.Ф. Рубахин, 1974; Н.Д. Гордеева, В.М. Девишвили, В.П. Зинченко, 1975; Д.А. Ошанин, 1977; В.Ф. Венда, 1990; А.И. Галактионов, 1992; П. Рабарделль, 1999; и др.). В широком понимании, содержание концептуальной модели составляют различные стороны производственного процесса, рабочей среды, рабочих операций, а также функциональные состояния самого оператора. Кроме того, концептуальная модель включает представление о задачах технической системы, знания о последствиях правильных и ошибочных решений. В узком понимании, концептуальная модель содержит сведения о требуемой динамике технической системы, то есть о том, как должны протекать технологические процессы (Д.А. Ошанин, 1977). Рассматриваются результаты исследований, которые раскрывают регулятивную функцию концептуальной модели (Д.Н. Завалишина, В.Н. Пушкин, 1965; Б.Ф. Ломов, Е.Н. Сурков, 1980; Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко, 1980, 1986; А.И. Галактионов, 1988, 1992; Д.А. Ошанин, 1977; Ю.К. Стрелков, 1999; А.А. Обознов, 2003 и др.).

Вместе с тем, делается вывод, что структурная организация знаний и сведений, содержащихся в концептуальной модели, остаётся мало изученной.

**В параграфе 1.2.** проанализированы результаты исследований, в которых рассматривались понятия эргатической системы, сложной эргатической системы, социотехнической системы и их классификации (А.А. Крылов, 1972, 1982;

А.И. Губинский, 1982; А.И. Галактионов, 1981; Г.В. Суходольский, 1988; В.М. Ахутин, 1977; Г.М. Зараковский, 1987, 1993; В.М. Мунипов, В.П. Зинченко, 1983, 1989; Ю.Я. Голиков, 2002, 2012, 2013; Ю.Я. Голиков и А.Н. Костин, 1996, 1999, 2014; С.Ф. Сергеев, 2012, 2014; В.Н. Абрамова, 1988, 2011; В.П. Третьяков, 1993; А.Г. Чачко, 1986, 1992; А.Н. Анохин, 2000, 2001; Т. Шеридан, 1987; Ч Биллингс, 1991, 1997 и др.).

Анализ существующих отечественных и зарубежных исследований позволяет сделать вывод об отсутствии общепринятой классификации техники, в которой учитывались бы качественное своеобразие, основные свойства и типология системно-структурной организации технических объектов. Вместе с тем, в большинстве существующих классификаций допускается, что с помощью понятий «человек-машина», «социотехническая система» и «эргатическая система» можно упорядочить всё многообразие технических объектов. В этой связи, отметим, что согласно предложенной Ю.Я. Голиковым классификации, следует различать системы «человек-машина», человеко-машинные комплексы и социотехнические сети (Голиков, 2002, 2012). Данная классификация была принята в качестве основной в диссертации.

**В параграфе 1.3.** анализируются результаты исследований способов организации сведений и знаний, содержащихся в памяти человека, установлению связей способов организации с успешностью решения задач. Рядом авторов (Дж. Андерсон, 2002; Б.М. Величковский, 1982, 2006; М.А. Холодная, 2002, 2012; Б.Б. Величковский 2015; и др.) подчёркивается, что эффективность применения сведений и знаний человеком зависит от их организации. Рассматриваются результаты немногочисленных исследований, в которых было показано, что успешность профессиональной деятельности операторов связана с организацией знаний в памяти человека и используемыми им метакогнитивными стратегиями (В.Ф. Рубахин, 1974; Д.А. Ошанин, 1977; А.И. Галактионов, В.Н. Янушкин, 1992; Ю.В. Бессонова, 2012; Д. Дернер, 1997; N.M. Cooke, J.E. Mc Donald, 1987; L. Bertrand, A. Weill-Fassina, 1993; и др.).

**В параграфе 1.4.** проанализированы результаты исследований, которые показывают связи индивидуально-психологических качеств операторов с особенностями концептуальной модели технической системы. В исследованиях В.Ф. Венды и В.М. Русалова, (1981), А.И. Галактионова (1988), И.Н. Натальиной (1990) и других авторов было показано, что структура концептуальной модели зависит как от объективных факторов, связанных с заданными целями и внешними условиями выполнения деятельности, так и личностных факторов, связанных с индивидуальными особенностями человеком. В работах М.А. Холодной (1998, 2002, 2012), В.В. Кочеткова и И.Г. Скотниковой (1993), Г.М. Головиной (2007), Д.Л. Петрович (2009), Е.В. Волковой (2011) и других авторов была установлена связь результативности познавательной деятельности с когнитивно-стилевыми характеристиками человека.

В заключение первой главы сформулирован вывод об актуальности изучения структурной организации концептуальных моделей технических систем у операторов атомных станций.

**Во второй главе «Методолого-теоретические основания и методические средства исследования структурной организации концептуальных моделей у**

**операторов атомных станций»** описываются методологические основания исследования, исходные концептуальные представления автора о специфике концептуальных моделей энергоблока у операторов атомной станции, методический комплекс изучения структурной организации концептуальных моделей, этапы эмпирического исследования.

**В параграфе 2.1.** раскрываются методологические и теоретические основания изучения концептуальных моделей энергоблока у операторов атомной станции.

Положения *субъектно-деятельностного* подхода реализуются в рассмотрении оперативного руководства и операторов дежурной смены энергоблока атомной станции – начальника смены блока, ведущего инженера по управлению реактором, ведущего инженера по управлению турбиной и других – как субъектов деятельности, которые имеют право принимать самостоятельные решения в штатных и нештатных ситуациях.

Положения *системного* подхода реализуются при рассмотрении реакторного и турбинного цехов энергоблока атомной станции как относительно независимых систем «человек-машина». Подсистемами (компонентами) реакторного цеха являются: подсистема внутриреакторного контроля; подсистема автоматического регулирования параметров и др. Системообразующим фактором реакторного цеха как системы является производство тепловой энергии.

Положения *межсистемного* подхода реализуются при рассмотрении энергоблока атомной станции как человеко-машинного комплекса, включающего две взаимосвязанные системы «человек-машина» – реакторный и турбинный цеха.

*Теоретическими основаниями* исследования послужили рассмотренные в первой главе взгляды современной когнитивной психологии о роли психологических структур в регуляции деятельности и поведения человека; представления Д.А. Ошанина о структурной организации концептуальной модели; взгляды В.П. Зинченко о функциях и содержании концептуальных моделей у человека-оператора; концепция А.И. Галактионова об идеализированных структурах операторской деятельности.

**В параграфе 2.2.** энергоблок атомной станции раскрывается с позиций межсистемного подхода как человеко-машинный комплекс, который включает две системы «человек-машина» – ядерный реактор (реакторный цех) и турбогенератор (турбинный цех). В свою очередь, эти системы включают ряд подсистем. Все системы и подсистемы энергоблока взаимосвязаны в единый технологический процесс, нацеленный на получение конечного продукта – электрической энергии. В управлении энергоблоком участвует дежурная смена операторов, каждый из которых несёт персональную ответственность за работу определённой системы и подсистемы. Например, работу реактора контролирует ведущий инженер по управлению реактором, турбины – ведущий инженер по управлению турбиной. Общее оперативное руководство эксплуатацией энергоблока осуществляет начальник смены блока. Основу групповой деятельности персонала составляют взаимодействия операторов: передача оперативных распоряжений и уведомлений об их исполнении, получение дополнительной информации о функционировании отдельных систем и подсистем, координация и синхронизация совместных действий по эксплуатации энергоблоком и преодолению нештатных ситуаций и др.

**В параграфе 2.3.** раскрываются исходные теоретические взгляды автора о содержании и структурной организации концептуальной модели у операторов атомной станции. Концептуальная модель человеко-машинного комплекса понимается как ментальная структура, включающая когнитивный, регулятивный и коммуникативный компоненты.

В диссертации связи между характеристиками энергоблока атомной станции рассматриваются в трёх аспектах.

Первый аспект - связи рассматриваются с точки зрения выполняемой функции – когнитивной, регулятивной и коммуникативной. В зависимости от этой функции связи включаются в соответствующие компоненты концептуальной модели.

Второй аспект - связи рассматриваются с точки зрения их принадлежности как внутрисистемные и межсистемные связи, а также связи с оперативным руководством энергоблока.

Третий аспект - связи рассматриваются с точки зрения их субъективной силы как сильные, средние и слабые.

*Когнитивный* компонент содержит представления операторов о связях между техническими элементами и характеристиками энергоблока или связи работы энергоблока – оборудованием, агрегатами, подсистемами и их параметрами. Эти связи отражают работу энергоблока как технического объекта атомной станции, происходящую без прямого вмешательства операторов. Примерами связей когнитивного компонента являются: «оборудование–оборудование» («главный циркуляционный насос и системы безопасности» и др.); «параметр–параметр» («уровень в парогенераторе и тепловая мощность» и др.); «оборудование–параметр» («система внутриреакторного контроля и тепловая мощность» и др.).

*Регулятивный* компонент содержит представления операторов о связях обязанностей операторов с управлением и контролем оборудования, агрегатов и параметров энергоблока и программами управляющих воздействий. Эти связи отражают заданные зоны персональной ответственности каждого оператора за управление и контроль определённого участка энергоблока. Примерами связей регулятивного компонента являются: «оператор–обязанность» («ведущий инженер по управлению реактором и оперативный контроль и регулирование параметров реакторного цеха» и др.); «оператор–оборудование» (ведущий инженер по управлению реактором и главный циркуляционный насос» и др.).

*Коммуникативный* компонент содержит представления о взаимодействиях операторов дежурной смены энергоблока. Эти взаимодействия отражают совместный характер деятельности операторов по управлению и контролю энергоблока. Это связи вида «оператор–оператор», например, «ведущий инженер по управлению реактором и начальник смены реакторного цеха» и др.

По своей принадлежности, указанные связи могут быть внутрисистемными, то есть относящимися к характеристикам только реакторного или только турбинного цеха; межсистемными, связывающими характеристики реакторного и турбинного цеха; а также связями с оперативным руководством энергоблока.

**В параграфе 2.4.** представлен методический комплекс исследования структурной организации концептуальных моделей у ведущих инженеров по управлению реактором.

С помощью экспертов (опытных и профессионально успешных операторов атомных станций) были определены 32 ключевых характеристики энергоблока, сведения о которых должны входить в содержание концептуальной модели ведущих инженеров по управлению реактором. Данные характеристики означали:

– должностные позиции операторов дежурной смены: начальник смены атомной станции; начальник смены энергоблока; ведущий инженер по управлению реактором; начальник смены реакторного цеха; ведущий инженер по управлению турбиной и др.;

– обязанности операторов дежурной смены: оперативный контроль и регулирование параметров реакторного цеха; дистанционное управление оборудованием реакторного цеха и др.;

– оборудование и технологические подсистемы энергоблока: подсистема внутрореакторного контроля; подсистема автоматического регулирования параметров; главный циркуляционный насос и др.;

– параметры работы энергоблока: оперативный запас реактивности; тепловая мощность; уровень в парогенераторе; электрическая мощность и др.

Для выявления особенностей структурной организации концептуальных моделей у ведущих инженеров по управлению реактором использовались методики, перечень которых приводятся выше на с.5.

**В параграфе 2.5.** описываются этапы исследования структурной организации концептуальных моделей у ведущих инженеров по управлению реактором (далее – ведущих инженеров). Этапность исследования представлена на рисунке 1.

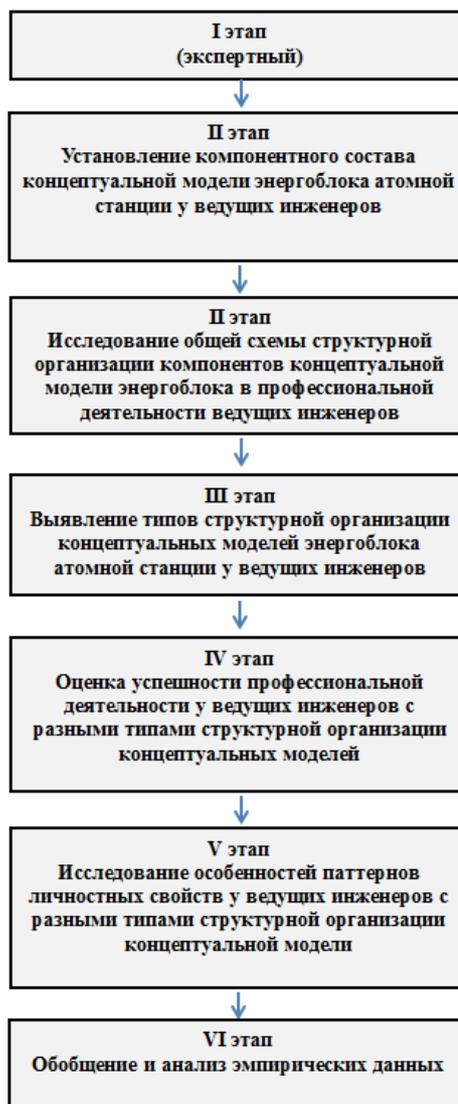


Рисунок 1. Этапность исследования структурной организации концептуальных моделей энергоблока в профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором (ведущих инженеров).

**В третьей главе «Эмпирическое исследование структурной организации концептуальных моделей человеко-машинного комплекса у ведущих инженеров по управлению реактором»** приводятся результаты эмпирического исследования структурной организации концептуальных моделей энергоблока атомной станции у ведущих инженеров.

**В параграфе 3.1.** приводятся результаты изучения того, как понимаются ведущими инженерами содержание и выраженность связей разного вида.

Когнитивный компонент концептуальной модели содержит представления о связях между техническими характеристиками энергоблока. Сильная и очень сильная выраженность этих связей (6 и 7 баллов соответственно) означала для ведущих инженеров, что при изменении состояния одного оборудования (параметра) почти всегда, либо всегда изменится состояние другого оборудования (параметра). Очень слабая и слабая выраженность связей (1 и 2 балла соответственно) означала, что при изменении состояния одного оборудования (параметра) состояние другого вообще не изменится, либо изменится крайне редко.

Промежуточные оценки (3÷5 баллов) означали, что при изменении состояния одного оборудования (параметра) состояние другого может с равной вероятностью как измениться, так и не измениться.

Регулятивный компонент концептуальной модели содержит представления о действиях по управлению и контролю энергоблоком. Сильная и очень сильная выраженность (6 и 7 баллов соответственно) означала для ведущих инженеров, что определенный оператор дежурной смены связан персональной ответственностью за управление и контроль определенного оборудования или параметра. Очень слабая и слабая выраженность (1 и 2 балла соответственно) означала, что оператор не связан ответственностью за управление и контроль данного оборудования или параметра. Промежуточные оценки (3÷5 баллов) означали, что данный оператор несёт опосредствованную ответственность, за управление и контроль определённого вида оборудования или параметра.

Коммуникативный компонент концептуальной модели содержит представления о взаимодействиях операторов дежурной смены. Сильная и очень сильная выраженность (6 и 7 баллов соответственно) означала для ведущих инженеров, что взаимодействие определенных операторов является частым, либо постоянным; очень слабая и слабая выраженность (1 и 2 балла соответственно) – взаимодействие не происходит вообще, либо происходит редко; средняя выраженность (3÷5 баллов) – взаимодействие с равной вероятностью происходит, либо не происходит.

Общим моментом в понимании сильных связей является то, что они позволяют ведущим инженерам иметь упорядоченное представление о ситуации и уверенно прогнозировать её изменения, слабых связей – представление об отсутствии устойчивой связи между событиями, а средних по силе связей – представление о равновероятных тенденциях развития обстановки.

Распределение связей разной субъективной силы в компонентах концептуальной модели представлено в таблице 1.

**Таблица 1. Распределение (%) связей разной субъективной силы в компонентах концептуальной модели (данные по общей выборки 64 ведущих инженеров)**

Компоненты	Субъективная сила связей			Итого (%)
	Слабая	Средняя	Сильная	
Когнитивный компонент (работа энергоблока)	48,0	24,0	28,0	100,0
Регулятивный компонент (действия управления и контроля)	32,0	26,5	41,5	100,0
Коммуникативный компонент (взаимодействия операторов)	22,5	19,5	58,0	100,0

Для прогнозирования работы энергоблока отметим роль сильных связей между характеристиками энергоблока, поскольку именно эти связи, отражая наиболее устойчивые взаимовлияния характеристик и объединяя их в целостные ментальные структуры, позволяют ведущим инженерам предвидеть изменения в энергоблоке. Относительно низкое количество сильных связей в когнитивном компоненте (28%) свидетельствует о том, что представления о работе энергоблока являются наименее предсказуемыми для ведущих инженеров. Относительно высокое количество субъективно сильных связей в коммуникативном компоненте (58%) говорит о том,

что наиболее предсказуемыми для ведущих инженеров являются представления о взаимодействиях операторов дежурной смены (табл.1).

Связи, содержащиеся в компонентах концептуальных моделей, по своей принадлежности являются, как отмечалось выше, *внутрисистемными* (связи между характеристиками системы «Реакторный цех»), *межсистемными* (связи между характеристиками систем «Реакторный цех» и «Турбинный цех»), связями с оперативным руководством энергоблока.

Распределение связей разной субъективной силы в зависимости от их принадлежности представлено в таблице 2.

**Таблица 2. Распределение (%) связей разной субъективной силы в зависимости от их принадлежности (данные по общей выборке 64 ведущих инженеров)**

Принадлежность связей	Субъективная сила связей			Итого (%)
	Слабая	Средняя	Сильная	
Внутрисистемные	27,0	26,0	47,0	100,0
Межсистемные	61,0	23,0	16,0	100,0
Связи с оперативным руководством энергоблока	19,0	28,0	53,0	100,0

Роль сильных связей для создания у ведущих инженеров целостного представления и прогнозирования работы энергоблока уже подчёркивалась выше. При этом, особую значимость приобретают сильные *межсистемные* связи, позволяющие ведущим инженерам выделять устойчивые взаимовлияния характеристик энергоблока. Однако по данным таблицы 2, относительное количество сильных *межсистемных* связей составляет всего 16% от общего количества *межсистемных* связей, тогда как относительное количество сильных внутрисистемных связей и сильных связей с оперативным руководством – 47% и 53% соответственно. С одной стороны, этот результат отражает объективно существующую картину низкой предсказуемости межсистемных связей вследствие многообразия и опосредованности взаимовлияний между системами, а с другой – указывает на значительную потенциальную опасность функционирования человеко-машинных комплексов для общества и природы.

**В параграфе 3.2.** приводятся результаты, раскрывающие общую схему структурной организации компонентов концептуальной модели энергоблока у ведущих инженеров независимо от их профессиональной успешности и стажа работы в должности. С помощью процедуры многомерного шкалирования общая схема представлена в виде двухмерного семантического пространства (рис. 2). Вдоль горизонтальной оси, которая обозначена как «Технологический процесс в энергоблоке», структурируются характеристики энергоблока, содержащиеся в когнитивном и регулятивном компонентах концептуальной модели. Вдоль вертикальной оси, которая обозначена как «Оперативное управление энергоблоком», структурируются характеристики, содержащиеся в коммуникативном компоненте концептуальной модели.

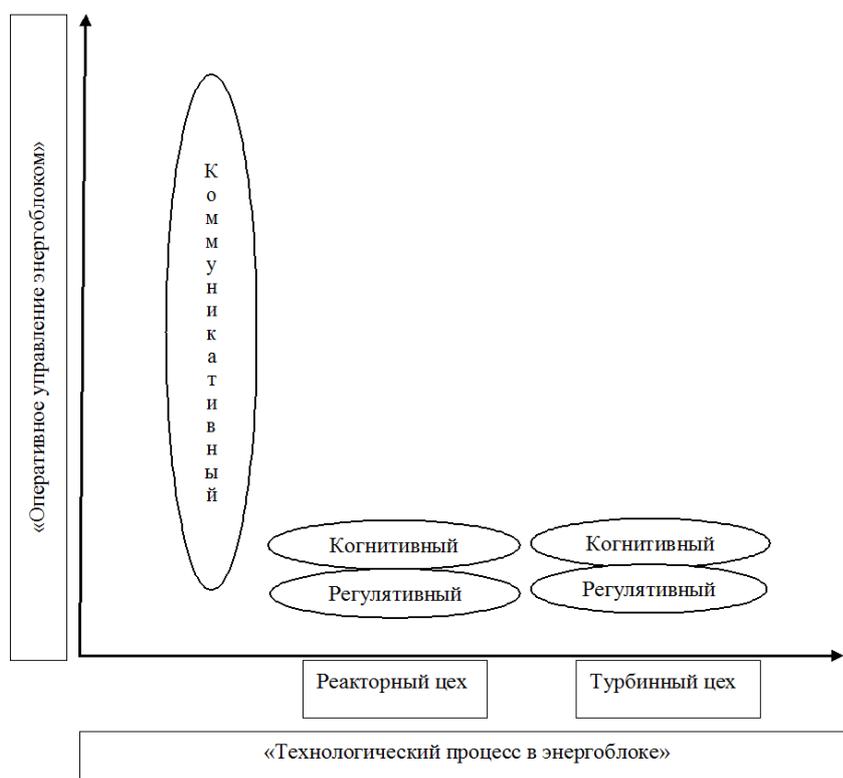


Рисунок 2. Общая схема структурной организации компонентов концептуальной модели энергоблока у ведущих инженеров по управлению реактором.

**В параграфе 3.3.** рассматриваются результаты, показывающие, что при сохранении общей схемы структурной организации концептуальной модели энергоблока, существуют два её типа (по результатам кластерного анализа, метод K - means). Основанием для их различения служит относительное количество сильных внутри- и межсистемных связей, а также связей с оперативным руководством энергоблока. Как видно на рис.3, относительное количество сильных внутри- и межсистемных связей, а также связей с оперативным руководством энергоблока в концептуальных моделях первого типа было в 1,9 ÷ 2,1 раза больше, чем второго типа ( $p \leq 0,01$ ; F-критерий). Из 64 обследованных ведущих инженеров 37 человек (58%) имели концептуальные модели первого типа, остальные 27 человек (42%) – второго типа.



Рисунок 3. Относительное количество (%) слабых, средних и сильных внутри- и межсистемных связей и связей с оперативным руководством энергоблока.

Сокращения: РЦ – реакторный цех; ТЦ – турбинный цех.

Подтверждением обоснованности проведенного различия типов концептуальных моделей служат данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3. Распределение (%) связей разной субъективной силы в зависимости от типа концептуальной модели

Тип концептуальной модели	Субъективная сила связей			Итого (%)
	Слабая	Средняя	Сильная	
«Первый» тип	12,0	47,0	41,0	100,0
«Второй» тип	29,0	58,0	13,0	100,0

Относительное количество сильных связей между характеристиками энергоблока в концептуальных моделях «первого» типа было в 3,2 раза больше – 41,0% против 13,0%, чем «второго» типа ( $p \leq 0,01$ ; Chi squares).

Таким образом, указанные типы различались по субъективной связанности содержащихся в концептуальных моделях характеристик энергоблока. Более тесная связанность характеристик, их группировка в целостные ментальные структуры в концептуальных моделях первого типа, по-видимому, облегчала понимание последствий взаимовлияния этих характеристик и прогнозирование работы энергоблока.

**В параграфе 3.4.** излагаются результаты исследования взаимосвязи типов концептуальных моделей и успешности профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором.

Показателем успешности профессиональной деятельности служил уровень должностного соответствия ведущих инженеров, который оценивался группой из 3-

х экспертов: непосредственный руководитель оцениваемого ведущего инженера, инструктор учебно-тренировочного центра/пункта и штатный психолог, участвующий в противоаварийных тренировках операторов на полномасштабном тренажере энергоблока. Согласованность экспертных оценок определялась с помощью коэффициента конкордации W Кендала. Его значения находились в диапазоне от 0,79 до 0,87, что свидетельствовало о согласованности экспертных оценок. На основании экспертных оценок по 9-балльной шкале устанавливался высокий, средний, либо низкий уровень должностного соответствия ведущих инженеров. Данные о распределении ведущих инженеров в зависимости от уровня их должностного соответствия приведены в таблице 4.

**Таблица 4. Распределение ведущих инженеров по управлению реактором в зависимости от уровня должностного соответствия**

Уровень должностного соответствия	Возможности оператора выполнять должностные обязанности в штатных и нештатных ситуациях	Абсолютное	Относительное
Высокий (7-9 баллов)	Оператор может самостоятельно выполнять должностные обязанности в штатных и нештатных ситуациях	33 чел.	52%
Средний (4-6 баллов)	Оператор может самостоятельно выполнять должностные обязанности в штатных ситуациях, однако в нештатных ситуациях требуется контроль за его работой со стороны руководителя.	31 чел.	48%
Низкий (1-3 балла)	Оператор допускает ошибки в штатных ситуациях; требуются значительные дополнительные мероприятия по повышению его профессиональной подготовки. Не рекомендуется на должности операторского профиля.	0	0
Итого:		64 чел.	100%

Согласно полученным данным, в обследованной выборке соотношение ведущих инженеров с высоким и средним уровнем должностного соответствия было практически равным – 33 и 31 человека соответственно. Ведущих инженеров с низким уровнем должностного соответствия в обследованной выборке не было.

Соотнесение уровня должностного соответствия и количества связей разной принадлежности и силы проводился с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Была выявлена прямая корреляция между уровнем должностного соответствия и количеством сильных *межсистемных* связей ( $R$  Спирмена=0,24;  $p < 0,05$ ). Иначе говоря, при нарастании количества сильных *межсистемных* связей, т.е. перехода от концептуальных моделей «второго» типа к «первому» типу, уровень должностного соответствия также возрастает.

Выявленная корреляция уровня должностного соответствия с количеством именно *межсистемных* сильных связей (и отсутствие таких корреляций с *внутрисистемными* связями и связями с оперативным руководством энергоблока) указывает на особую роль межсистемных связей для представления ведущими инженерами работы энергоблока в целом и принятия ими самостоятельных

решений. Поэтому, первый тип концептуальных моделей, характеризующийся относительно большим количеством сильных *межсистемных* связей между характеристиками энергоблока и способствующий формированию целостного представления о работе энергоблока, обозначается нами как «*комплексный*» тип.

Второй тип концептуальной модели обозначается как «*специализированный*» тип, поскольку содержит преимущественно сильные *внутрисистемные* связи между характеристиками реакторного цеха.

**В параграфе 3.5.** излагаются результаты исследования связи типа концептуальной модели с включенностью ведущих инженеров во взаимодействие с другими операторами дежурной смены, управление и контроль работы энергоблока. Использовалась методика «Свободный ассоциативный эксперимент». Для исследования были отобраны 10 ключевых характеристик энергоблока (словосочетания-стимулы), сведения о которых должны входить в содержание концептуальной модели ведущих инженеров по управлению реактором: «уровень в парогенераторе», «температура теплоносителя», «оперативный запас реактивности», «мощность тепловая», «расход питательной воды», «частота электрического тока в сети», «расход пара на турбину», «мощность электрическая», «давление в контуре», «контроль параметров».

Содержательный анализ ассоциаций, называемых ведущими инженерами на словосочетания-стимулы, позволил выделить следующие группы ассоциаций:

- связанные с ответственностью ведущих инженеров и отражающие эмоционально-оценочный аспект отношения ведущих инженеров к своим профессиональным обязанностям;
- отражающие безопасность работы энергоблока атомной станции;
- отражающие взаимодействия операторов дежурной смены (коммуникационные, информационные и субординационные);
- отражающие понимание ведущими инженерами функции контроля;
- связанные с управлением энергоблока атомной станции;
- связанные с параметрами энергоблока атомной станций;
- связанные с оборудованием и системами энергоблока атомной станции.

В таблице 5 представлены данные о частоте групп ассоциаций, называемых на словосочетания-стимулы у ведущих инженеров с разными типами структурной организации концептуальных моделей.

**Таблица 5. Данные о частоте групп ассоциаций, называемых на словосочетания-стимулы у ведущих инженеров с разными типами структурной организации концептуальных моделей (суммарная частота в группе/средняя частота на 1 человека)**

Группы ассоциаций	Частота ассоциаций у ведущих инженеров с «комплексным» типом концептуальной модели/средняя частота на 1 человека	Частота ассоциаций у ведущих инженеров со «специализированным» типом концептуальной модели/средняя частота на 1 человека
«Ответственность»	109/4	47/3
«Безопасность работы»	213/8	21/2
<b>Коммуникативный компонент:</b>		

«Взаимодействия операторов»	70/3	24/2
<b>Регулятивный компонент:</b>		
«Функция контроля»	83/3	25/2
«Действия операторов по управлению энергоблоком атомной станции»	107/4	36/3
<b>Когнитивный компонент:</b>		
«Параметры энергоблока атомной станции»	684/24	237/17
«Оборудование/Системы»	228/8	119/9
«Другие»	17/1	39/3
<i>Итого:</i>	<i>1511/54</i>	<i>548/39</i>

Сравнительный анализ средней частоты ассоциаций на 1 человека, называемых ведущими инженерами, позволяет сделать вывод, что ведущие инженеры с «комплексным» типом концептуальной модели:

- в 4 раза больше называли ассоциаций, отражающих безопасность работы энергоблока атомной станции;
- в 1,4 раза больше называли ассоциаций, связанных с параметрами энергоблока атомной станций;
- в 1,3 раза больше называли ассоциаций, отражающих ответственность ведущих инженеров, связанных с функцией контроля и связанных с действиями операторов по управлению энергоблоком атомной станции, а также, отражающих коммуникационные, информационные и субординационные взаимодействия операторов дежурной смены.

Содержательный анализ ассоциаций, называемых ведущими инженерами с разными типами структурной организации концептуальных моделей, позволил выявить различия в стремлениях ведущих инженеров: ведущие инженеры с «комплексным» типом концептуальной модели настроены на постоянный контроль энергоблока и контролируют параметры энергоблока в целом, в то время, как ведущие инженеры со «специализированным» типом концептуальной модели настроены на постоянный контроль преимущественно реактора.

Ассоциации, вошедшие в группу «Ответственность», называемые ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, свидетельствуют об их профессиональной ответственности и ориентации на эффективное выполнение возложенных обязанностей, например, «ответственность ведущего инженера по управлению реактором», «мой непосредственный параметр», «ведущий инженер по управлению реактором должен держать», «ведущий инженер по управлению реактором отслеживает», «надо контролировать», «я должен контролировать». В то время, как ассоциации, называемые ведущими инженерами со «специализированным» типом концептуальной модели свидетельствуют об их стремлении ограничить зону персональной ответственности в соответствии с должностными обязанностями, например, «это не мое», «скучно», «премии», «отсутствие премий», «смотрит начальник смены блока».

Более частая актуализация ассоциаций, вошедших в группу «Безопасность работы», называемая ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, свидетельствует об их лучшем представлении о безопасной

работе энергоблока атомной станции. Ассоциации, вошедшие в группу «Безопасность работы», называемые ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, свидетельствуют об их стремлении связывать функции, взаимодействие с другими операторами, параметры, работу оборудования и систем с безопасностью работы энергоблока атомной станции в целом, например, «влияет на блок в целом», «показатель работы атомной станции», «влияет на другие параметры». В то время, как ассоциации, называемые ведущими инженерами со «специализированным» типом концептуальной модели, свидетельствуют об их стремлении связывать функции, взаимодействие с другими операторами, параметры, работу оборудования и систем с безопасностью работы, прежде всего системы «Реакторный цех», например, «работа реакторной установки».

Ассоциации, вошедшие в группу «Функция контроля», называемые ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, свидетельствуют об их стремлении *постоянно* контролировать энергоблок атомной станции. Такими ассоциациями являются, например, «постоянный», «внимание», «контроль отклонений, изменений» в ответ на словосочетание-стимул «контроль параметров». В то время, как ассоциации, называемые ведущими инженерами со «специализированным» типом концептуальной модели, свидетельствуют об их меньшей включенности в управление и контроль энергоблоком атомной станции, например, «по запросу», «оперативный контроль».

Ассоциации, вошедшие в группу «Параметры энергоблока атомной станции», называемые ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, свидетельствует об их более целостном представлении работы энергоблока атомной станции, чем ведущими инженерами с её «специализированным» типом. Ассоциации, называемые ведущими инженерами с «комплексным» типом концептуальной модели, обозначают параметры не только системы «Реакторный цех», но также и системы «Турбинный цех», например, «обороты турбины». В то время, как в группе ведущих инженеров со «специализированным» типом концептуальной модели таких ассоциаций было значительно меньше, та же ассоциация «обороты турбины» не называлась ни разу.

Различия в стремлениях ведущих инженеров свидетельствуют, на наш взгляд, о разной включенности ведущих инженеров во взаимодействие с другими операторами дежурной смены, а также в управление и контроль работы энергоблока в целом. «Комплексный» тип концептуальной модели обеспечивает возможность ведущему инженеру управлять и контролировать энергоблок атомной станции в целом за счет сильных межсистемных связей, в то время как «специализированный» тип концептуальной модели обеспечивает возможность ведущему инженеру управлять и контролировать преимущественно систему «реакторный цех».

Таким образом, содержательный анализ результатов ассоциативного эксперимента позволяет считать, что ведущие инженеры с разными типами концептуальных моделей характеризуются разной включенностью во взаимодействие с другими операторами дежурной смены, а также в управление и контроль работы энергоблока в целом.

Указанное различие не может быть объяснено влиянием профессиональной подготовки, которая является единой для всех ведущих инженеров. Можно

предположить, что данное различие связано с личностными свойствами ведущих инженеров.

**В параграфе 3.6.** рассмотрены результаты исследований личностных свойств ведущих инженеров с разными типами концептуальных моделей. По данным опросника УСК Дж. Роттера и 16-ти факторного опросника Р. Кеттелла, установлены различия в степени интеграции личностных свойств ведущих инженеров со *«специализированным»* и *«комплексным»* типом концептуальной модели (рис.4).

В группе ведущих инженеров с *«комплексным»* типом концептуальной модели выявлена корреляционная плеяда, включавшая 39 положительных (значения R Спирмена варьировали от  $R = 0,28$ ;  $p < 0,05$  до  $R = 0,72$ ;  $p < 0,001$ ) и 11 отрицательных корреляционных связей (значения R Спирмена варьировали в пределах от  $R = -0,28$ ;  $p < 0,05$  до  $R = -0,52$ ;  $p < 0,001$ ). Положительно связанными были личностные свойства *«интернальность в области производственных отношений»*, *«общая интернальность»*, *«интернальность в области межличностных отношений»*, *«интернальность в области достижений»* (опросник УСК), а также *«высокий уровень самоконтроля»*, *«общительность»*, *«высокая нормативность поведения»*, *«смелость»*, *«эмоциональная стабильность»*, *«конформизм»*, и отрицательно связанными - *«тревожность»* (16-ти факторный опросник Р. Кеттелла). Анализ содержания положительно коррелируемых личностных свойств позволяет считать, что они образуют паттерн, который характерен для субъекта деятельности, способного проявлять активную и ответственную позицию в трудовой активности, принимать самостоятельные решения.

В группе ведущих инженеров со *«специализированным»* типом концептуальной модели степень интеграции личностных свойств оказалась существенно ниже: корреляционная плеяда включала 22 положительных (значения R Спирмена варьировали от  $R = 0,32$ ;  $p < 0,05$  до  $R = 0,71$ ;  $p < 0,001$ ) и 14 отрицательных связей (R Спирмена варьировали от  $R = -0,33$ ;  $p < 0,05$  до  $R = -0,73$ ;  $p < 0,001$ ). При этом паттерна личностных свойств, который отмечался у ведущих инженеров с *«комплексным»* типом концептуальной модели, выявить не удалось.

Таким образом, ведущим инженерам с *«комплексным»* типом концептуальной модели, в отличие от ведущих инженеров со *«специализированным»* типом, свойственны личностные свойства, которые присущи субъектам деятельности, способным принимать самостоятельные и ответственные решения в любых, в том числе нештатных и непредвиденных ситуациях.

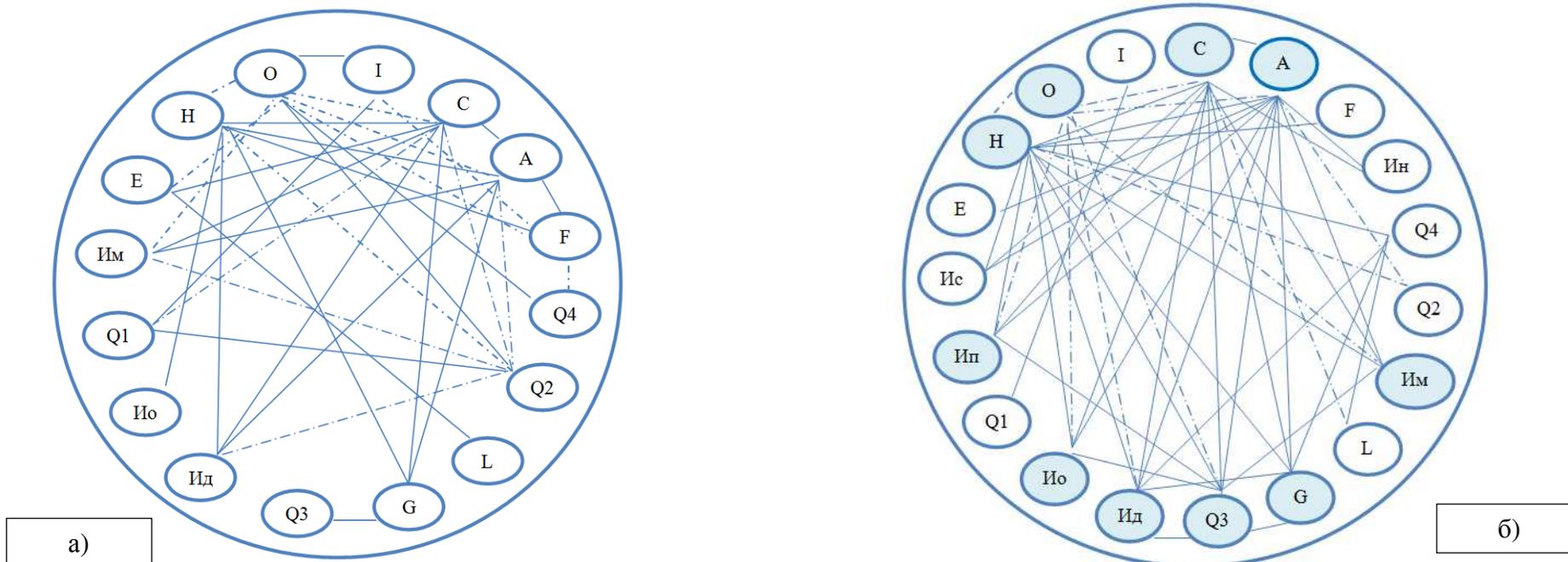


Рисунок 4. Плеяды личностных свойств в группах ведущих инженеров по управлению реактором:

а) со «специализированным» и б) «комплексным» типом концептуальной модели — положительная корреляция; - - - отрицательная корреляция.

Шкалы опросника уровня субъективного контроля (УСК):

- Ио – интернальность общая;
- Ид – интернальность в области достижений;
- Ин – интернальность в области неудач;
- Ип – интернальность в области производственных достижений;
- Им – интернальность в области межличностных отношений.

Шкалы 16-факторного опросника Кеттелла:

- А – «Замкнутость-Общительность»;
- С – «Эмоциональная нестабильность-Эмоциональная стабильность»;
- Г – «Низкая нормативность поведения-Высокая нормативность поведения»;
- Ф – «Сдержанность-Экспрессивность»;
- Е – «Подчиненность-Доминирование»;
- Н – «Робость-Смелость»;
- І – «Жесткость-Чувствительность»;
- L- «Доверчивость-Подозрительность»;
- О – «Спокойствие-Тревожность»;
- Q1 – «Консерватизм-Радикализм»;
- Q2 – «Конформизм-Нонконформизм».
- Q3 – «Низкий самоконтроль-Высокий самоконтроль»;
- Q4 – «Расслабленность-Напряженность».

**В параграфе 3.7.** проводится обобщение результатов диссертационного исследования. При рассмотрении структурной организации концептуальных моделей энергоблока атомной станции у ведущих инженеров в диссертации использовалось понятие субъективной силы связей между характеристиками энергоблока. Чем сильнее эти связи, тем выше структурированность компонентов концептуальной модели и тем выше предсказуемость для ведущих инженеров взаимовлияний этих характеристик. Сильные связи означают для ведущих инженеров постоянное или очень частое проявление ожидаемых взаимовлияний характеристик, будь то параметры энергоблока, управляющие воздействия операторов или их взаимодействия. Субъективно слабые связи означают отсутствие или очень редкое проявление ожидаемых взаимовлияний, связи средней силы – примерно равную вероятность, как проявления, так и отсутствия ожидаемых взаимовлияний.

Согласно полученным результатам, когнитивный, регулятивный и коммуникативный компоненты существенно различались по степени структурированности (то есть, по относительному количеству содержащихся в них сильных связей) и, следовательно, предсказуемости взаимовлияний характеристик энергоблока, представленных в этих компонентах. Наименее структурированным оказался когнитивный компонент, в котором представлены связи между характеристиками технических систем и подсистем энергоблока. Это означало, что наименее предсказуемыми для ведущих инженеров были взаимовлияния технических характеристик. Данный результат, на наш взгляд, закономерен и адекватно отражает работу энергоблока как крупномасштабного человеко-машинного комплекса, для которого типичны нелинейные, нестабильные, а потому и трудно предсказуемые взаимовлияния характеристик технических систем и подсистем. Более структурированным оказался регулятивный компонент, который отражал оценки ведущих инженеров о силе связей обязанностей операторов дежурной смены с управлением и контролем вверенных им подсистем и видов оборудования. Наиболее структурированным был коммуникативный компонент, содержащий оценки ведущих инженеров о силе связей (взаимодействиях) операторов дежурной смены энергоблока. То есть, наиболее предсказуемыми были ожидания от взаимодействий с другими операторами.

Представленные в когнитивном, регулятивном и коммуникативном компонентах концептуальной модели связи характеристик энергоблока по своей принадлежности могли быть внутрисистемными (относящимися только к системе «Реакторный цех» или только к системе «Турбинный цех»), межсистемными, связывающими обе системы, а также связями с оперативным руководством энергоблока. Субъективная сила этих связей стала основанием для различения двух типов концептуальной модели энергоблока – «комплексный» и «специализированный» типы. Первый тип отличался от второго значительно большим (в два раза и более) количеством сильных внутри- и межсистемных связей, а также связей с оперативным руководством.

Данные результаты позволили обоснованно считать, что ведущие инженеры с концептуальными моделями «комплексного» типа более эффективно контролировали и прогнозировали работу не только вверенной им по должностным

обязанностям системы «Реакторный цех», но и энергоблока в целом, могли самостоятельно принимать упреждающие решения не только в штатных, но и нештатных ситуациях. Выявленная статистически достоверная прямая связь между относительным количеством межсистемных сильных связей и уровнем должностного соответствия ведущих инженеров подтверждает данное предположение. Именно межсистемные сильные связи между характеристиками систем «Реакторный цех» и «Турбинный цех» способствовали формированию представления о работе энергоблока в целом и прогнозированию изменений в его работе.

Однако наличие у ведущих инженеров «комплексной» концептуальной модели ещё недостаточно для принятия ими самостоятельных решений в штатных и нештатных ситуациях: самостоятельные решения принимает не концептуальная модель, а использующий её в качестве внутреннего инструмента ведущий инженер, который должен обладать личностными свойствами субъекта деятельности. Как показал сравнительный анализ личностных свойств ведущих инженеров с разными типами концептуальных моделей, ведущим инженерам с «*комплексным*» типом, по сравнению с инженерами со «*специализированным*» типом, присущ такой паттерн личностных свойств, который присущ субъектам деятельности, способным принимать самостоятельные и ответственные решения в любых, в том числе нештатных ситуациях.

### Заключение

Полученные в диссертационном исследовании результаты, позволившие выявить общую схему и типы структурной организации концептуальных моделей у ведущих инженеров по управлению реактором атомных станций, имеют, на наш взгляд, более широкое значение и применимы к операторской деятельности по управлению другими крупномасштабными человеко-машинными комплексами. Прежде всего, имеются в виду результаты исследований субъективных оценок ведущих инженеров по управлению реактором силы внутри- и межсистемных связей характеристик энергоблока. Эти оценки выполняют структурирующую роль, то есть с их помощью ведущие инженеры по управлению реактором устанавливают различающиеся по субъективной силе связи между характеристиками энергоблока. На основе этих связей ведущие инженеры по управлению реактором создают целостное представление о работе энергоблока и получают возможность для принятия решений о выполнении упреждающих воздействий.

Одним из актуальных направлений дальнейших исследований следует считать выявление зависимостей между структурной организацией концептуальных моделей и индивидуально-личностными свойствами человека-оператора. Другое направление - исследование условий, внутренних и внешних факторов формирования у операторов таких концептуальных моделей, которые обеспечивали бы понимание и прогнозирование процессов, протекающих в крупномасштабных человеко-машинных комплексах, в том числе потенциально опасных событий.

На основании результатов проведенного исследования сформулированы следующие **выводы**:

1. Концептуальная модель энергоблока атомной станции включает когнитивный, регулятивный и коммуникативный компоненты, которые различаются по субъективной силе связей между характеристиками энергоблока. Для ведущих

инженеров по управлению реактором субъективно сильные связи означали предсказуемость взаимовлияний этих характеристик. В когнитивном компоненте относительное количество субъективно сильных связей составляет 28,0%, регулятивном – 41,5%, коммуникативном – 58%.

2. Связи между характеристиками энергоблока, содержащиеся в когнитивных и регулятивных компонентах концептуальных моделях у ведущих инженеров по управлению реактором, по своей принадлежности являются внутрисистемным и межсистемными. Доля субъективно сильных связей среди внутрисистемных и межсистемных связей составляет 47% и 16% соответственно. Связи, содержащиеся в коммуникативном компоненте, являются связями с оперативным руководством энергоблока; среди них доля сильных связей составляет 53%.

3. По результатам многомерного шкалирования, общая для всех ведущих инженеров по управлению реактором схема структурной организации концептуальных моделей энергоблока представлена в виде двухмерного семантического пространства, по горизонтальной оси которого структурируются элементы когнитивного и регулятивного компонентов, по вертикальной оси – коммуникативного компонента концептуальной модели.

4. При сохранении общей схемы структурной организации концептуальной модели энергоблока, выделены её «комплексный» и «специализированный» типы. В концептуальных моделях «комплексного» типа относительное количество субъективно сильных внутрисистемных и межсистемных связей, а также связей с оперативным руководством энергоблока было в 1,9÷2,1 раза больше ( $p \leq 0,01$ ; F-критерий), чем «специализированного» типа. «Комплексный» тип зафиксирован у 37 ведущих инженеров по управлению реактором (58% общей выборки), «специализированный» тип – 27 ведущих инженеров по управлению реактором (42% общей выборки).

5. Установлена прямая корреляция ( $R$  Спирмена=0,24;  $p < 0,05$ ) между успешностью профессиональной деятельности ведущих инженеров по управлению реактором и количеством сильных межсистемных связей между характеристиками энергоблока. Аналогичные корреляции с внутрисистемными связями и связями с оперативным руководством энергоблока отсутствуют. Данные результаты указывают на то, что ведущим инженерам по управлению реактором с высокой успешностью профессиональной деятельности свойственен «комплексный» тип концептуальной модели, в котором доля межсистемных сильных связей в два раза больше, чем в концептуальных моделях «специализированного» типа.

6. По результатам ассоциативного эксперимента, ведущие инженеры по управлению реактором с «комплексным» типом концептуальной модели проявляют стремление постоянно контролировать работу не только системы «Реакторный цех», но и системы «Турбинный цех». Ведущие инженеры по управлению реактором со «специализированным» типом концептуальной модели, в соответствии с должностными обязанностями, проявляют стремление ограничить зону персональной ответственности преимущественно контролем системы «Реакторный цех». Это свидетельствует о различных уровнях включенности ведущих инженеров с разными типами концептуальных моделей в управление и контроль работы

энергоблока, в том числе во взаимодействие с другими операторами дежурной смены.

7. Ведущим инженерам по управлению реактором с «комплексным» типом концептуальной модели, в отличие от ведущих инженеров со «специализированным» типом, присущ паттерн личностных свойств, который характерен для субъектов деятельности, способных принимать самостоятельные и ответственные решения в различных, в том числе нештатных ситуациях. К числу таких личностных свойств относятся «интернальность в области производственных отношений», «общая интернальность», «интернальность в области межличностных отношений», «интернальность в области достижений» (опросник УСК), а также «высокий уровень самоконтроля», «общительность», «высокая нормативность поведения», «смелость», «эмоциональная стабильность», «конформизм», «низкая тревожность» (16-ти факторный опросник Р. Кеттелла).

**Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:**

*Статьи, опубликованные в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ:*

1. Чернецкая Е.Д. Исследование концептуальных моделей у операторов атомных станций методом ассоциативного эксперимента//Экспериментальная психология. – 2011- том 4. - №1, с. 57-64 (совместно с А.А.Обозновым, Э.В. Волковым).

2. Чернецкая Е.Д. Образно-концептуальные модели в деятельности операторов сложных эргатических систем//Мехатроника, автоматизация, управление, №5, 2012, с. 21-30 (совместно с А.А.Обозновым, Э.В. Волковым).

3. Чернецкая Е.Д. Структуры концептуальных моделей у операторов атомных станций//Экспериментальная психология, 2012, том 5, №4, с. 66-74 (совместно с А.А.Обозновым, П.П. Литвиненко, И.Н. Бондаренко).

4. Чернецкая Е.Д. Концептуальные модели атомной станции у операторов с разным профессиональным стажем//Психологический журнал. – 2013. – Т. 34. – №4. – С. 47-57 (совместно с А.А.Обозновым, Ю.В. Бессоновой).

5. Чернецкая Е.Д. Человек-оператор как ответственный субъект деятельности в эргатических системах//NB: Психология и психотехника. — 2013. – № 8.– С.102-120. – электронный ресурс URL: [http://e-notabene.ru/psp/article\\_10613.html](http://e-notabene.ru/psp/article_10613.html) (совместно с Н.В. Воскресенской).

6. Чернецкая Е.Д. Связь типов концептуальных моделей и успешности профессиональной деятельности операторов//Вестник университета ГУУ. – 2014. – №8. – С.212-219.

*Статьи в других научных изданиях:*

7. Чернецкая Е.Д. Повышение профессионализма персонала АС в процессе обучения XI Международная конференция «Безопасность АЭС и подготовка кадров – 2009»: Тезисы докладов (29 сентября – 2 октября 2009 г.) в 2-х т. Т.1. – Обнинск: НОУ «ЦИПК». –2009. – С.201-202. (совместно с А.А.Обозновым, Ю.В. Бессоновой, Э.В. Волковым, И.В. Молчановой).

8. Чернецкая Е.Д. Концептуальные модели у операторов с разной профессиональной успешностью/Сборник докладов/материалов: Человеческий

фактор: Проблемы психологии и эргономики. Тематический выпуск. Материалы VIII Международной конференции «Психология и эргономика: Единство теории и практики». Часть II. (24-25 сентября 2013 года, г. Тверь). – Тверь: Триада. – 2013.– С.75-81 (совместно с А.А. Обозновым).

9. Чернецкая Е.Д. Человек-оператор как ответственный субъект деятельности в эргатических системах./Человек, субъект, личность в современной психологии. Материалы Международной конференции, посвященной 80-летию А.В. Брушлинского.–Том 3 / Отв. ред. А.Л. Журавлев, Е.А. Сергиенко. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2013. – 600с. (Материалы конференции). – С. 459 – 461 (совместно с А.А. Обозновым).

10. Чернецкая Е.Д. Типы концептуальных моделей у операторов атомных станций / Труды Международной научно-практической конференции «Психология труда, инженерная психология и эргономика 2014» (Эрго 2014) (Санкт-Петербург, Россия, 3-5 июля 2014)/Под ред. А.Н. Анохина, П.И. Падерно, С.Ф. Сергеева. – СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация. – 2014.– С.194-201.

11. Чернецкая Е.Д. Типы концептуальных моделей у операторов с разной профессиональной успешностью / Научная сессия НИЯУ МИФИ-2015. Аннотация докладов. В 3-х томах. Т.3. Защищенные инфокоммуникационные технологии и системы. Кибербезопасность. Экономические и правовые проблемы инновационного развития атомной отрасли. Методология профессионального и общего образования. Тематические секции обособленных подразделений НИЯУ МИФИ. М.: НИЯУ МИФИ, 2015. - С.296.

12. Чернецкая Е.Д. Концептуальные модели у операторов человеко-машинного комплекса / Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. Выпуск 3/1(75) 2015. Журнал для практических психологов и эргономистов. – С.52-57 (совместно с А.А. Обозновым).

13. Чернецкая Е.Д. Структурная организация концептуальных моделей у операторов человеко-машинных комплексов / VII Международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 20-24 июня 2016 г. / Отв. ред. Ю.И. Александров, К.В. Анохин. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. - С.462-464 (совместно с А.А. Обозновым).