

УДК 159.9.07

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДИКТОРЫ СФОРМИРОВАННОСТИ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ У ЭЛЕКТРОМОНТЕРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

**С.С. Епатко**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»

DOI: 10.26456/vtsped/2020.1.040

Проведено исследование психологических предикторов сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала на базе двух электросетевых компаний: акционерного общества «ЛЮЭСК – Электрические сети Санкт-Петербурга и Ленинградской области» (АО «ЛЮЭСК») и открытого акционерного общества «Сетевая компания» Республики Татарстан (ОАО «Сетевая компания»). Проведен факторный анализ и выявлен фактор, влияющий на состав концептуальной модели объекта управления. Выявлены предикторы, влияющие на профессиональную деятельность обслуживающего персонала электросетевых компаний.

**Ключевые слова:** *концептуальная модель, модель объекта управления, электроэнергетика, электросетевые компании, электромонтеры, порождающие игры.*

Современное общество трудно представить без использования электроэнергии. Государственные учреждение, частные предприятия, жители населенных пунктов являются потребителями электричества на ежедневной основе. Электроэнергетика является одним из ключевых комплексов государства, благодаря которому выстраивается инфраструктура, возможен рост и развитие страны в целом. Энергосистемы являются сложными человеко-машинными комплексами, благодаря которым происходит генерация и передача электроэнергии к конечным потребителям. Так как сгенерированную электроэнергию невозможно сохранять, ее приходится использовать сразу. Для этого ее необходимо доставить к местам, где она будет использована. Эту задачу решают электросетевые компании, электрические сети которых выполняют роль транспортной магистрали.

Обслуживанием линий электропередачи занимается ремонтно-эксплуатационный персонал электрических сетей. К ним относятся оперативно-выездные бригады, мастера, электромонтеры. Данный персонал ежедневно решает вопросы обеспечения конечных потребителей электроэнергией, занимается подключением новых пользователей, устранением аварийных ситуаций, возникших на линиях электропередачи, проводит проверки оборудования. В своей работе они руководствуются концептуальной моделью объекта управления, в которую входят знания законов физики по разделу электротехники, профессиональные знания в области энергетике, специфические знания о работе оборудования и схемы электросетей. Основы формирования данной модели закладываются во время учебной деятельности, а ее

развитие происходит во время профессиональной деятельности, потому что после окончания учебных заведений во время решения рабочих задач ремонтно-обслуживающий персонал сталкивается с большим количеством условий, при которых их концептуальная модель дополняется большим количеством узкоспециализированных знаний. В результате выстраивается общее понимание принципов работы энергосистемы, в которой они трудятся.

подавляющая часть исследований в энергетике сосредоточена на деятельности электростанций, отвечающих за генерацию электроэнергии. Но транспортировка электричества является не менее важной частью процесса обеспечения бесперебойной подачи энергии. В 2002 г. Г.В. Новикова занималась изучением психологических и инженерно-психологических аспектов в профессиональной подготовке, влияющих на результаты работы оперативного персонала электрических станций: начальников цехов и смен, операторов энергоблоков теплоэлектростанций. В 2012 г. Л.И. Клемина изучала вопросы повышения квалификации выпускников Московского энергетического института и инженеров-энергетиков, проходящих систему дополнительного профессионального образования. В 2015 г. под руководством В.П. Третьякова была защищена кандидатская диссертация Е.А. Дуленковой, посвященная изучению психологического обеспечения дистанционного профессионального обучения мастеров электрических сетей на базе открытого акционерного общества «Межрегиональная распределительная сетевая компания Северо-Запада». В 2016 г. Чернецкая Елена Дмитриевна исследовала структурную организацию концептуальных моделей у ведущих инженеров по управлению реактором на атомных станциях России.

Понятие концептуальной модели деятельности довольно подробно изучено и раскрыто в рамках субъектно-деятельностного подхода в инженерной психологии такими учеными, как А.И. Галактионов, Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, А.А. Обознов, Д.А. Ошанин, В.А. Пономаренко, В.П. Третьяков. Но большее количество исследований в данной области сосредоточено вокруг деятельности человека-оператора, который взаимодействует с объектом управления опосредованно через элементы интерфейса. Концептуальная модель – это «совокупность представлений оператора о целях и задачах трудовой деятельности, состоянии предмета труда – технических средств и внешней среды, о собственных способах управляющих воздействий». Данное определение концептуальной модели содержится в Большом психологическом словаре под редакцией Б.Г. Мещерякова, В.П. Зинченко. Как правило, у человека-оператора для успешной деятельности должна быть сформирована концептуальная модель технического объекта и технологических процессов, с которыми он работает [1, 4, 5]. В нашем исследовании мы применяем понятие концептуальной модели к деятельности ремонтно-обслуживающего

персонала электросетей, которые в классическом понимании инженерной психологии не являются операторами, а поэтому изначально считается, что концептуальная модель имеет меньше значения для их деятельности, чем у человека-оператора [2, с.102], поэтому она практически не изучалась у ремонтно-обслуживающего персонала.

В работах инженерных психологов доказано положение о влиянии концептуальной модели на успешность деятельности человека-оператора [3, с. 245]. Новизна нашего исследования заключается в том, что мы используем положение инженерной психологии и применяем его в профессиональной деятельности электромонтеров. За основу берется гипотеза о том, что когнитивные особенности являются предикторами сформированности концептуальной модели объекта управления у ремонтно-обслуживающего персонала. Также мы отталкиваемся от идеи, что выявление предикторов сформированности концептуальной модели объекта управления у электромонтеров является актуальным способом повышения эффективности работы электросетевых компаний. Поэтому и целью настоящего исследования стало выявление предикторов сформированности концептуальной модели объекта управления у ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей. Данная цель была сформирована во время общения с организациями, на базе которых проводилось исследование. Достижение данной цели является основой для решения прикладной задачи по созданию централизованной системы обучения в одной из организаций.

Базой для исследования послужили две электросетевые компании: Акционерное общество «ЛЮЭСК – Электрические сети Санкт-Петербурга и Ленинградской области» (АО «ЛЮЭСК») и Открытое акционерное общество «Сетевая компания» Республики Татарстан (ОАО «Сетевая компания»). Главной задачей этих компаний является обеспечение надежного и бесперебойного снабжения электроэнергией потребителей своих регионов. Выборку составили 131 работник ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей – мужчины в возрасте от 21 до 70 лет (медиана 39,93, среднее 42,53) с общим стажем работы в энергетике от 1 до 45 лет (медиана 11 лет, среднее 14,02). По уровню образования выборку составили работники, имеющие только общее образование, – 9 человек, неполное профессиональное образование – 19, среднее профессиональное образование – 57, высшее образование – 46 человек.

В качестве метода при проведении исследования использовалась порождающая игра «Электросетевой район 10–0,4 киловольт» (Ю.А. Борисов, В.В. Жук, В.П. Третьяков), которая представляет собой набор из 60 карточек с текстовыми описаниями и схему участка электрической сети подстанции 110 киловольт «Тренировочная» [6, с. 49]. В карточках содержится информация о признаках технологического нарушения, произошедшего в электросетевом районе, и действиях,

необходимых для ликвидации нарушения. При создании игры в ее сценарий заложена аварийная ситуация, возникающая при замыкании на землю в сети одной из секций в подстанции 110 киловольт «Тренировочная». Для устранения данного технологического нарушения испытуемому нужно применить различные знания концептуальной модели объекта управления. Карточки делятся на 3 типа по цветам и содержанию (их примеры можно найти в табл. 1):

- сигнализация – красный цвет: карточки, отображающие автоматические показатели оборудования и его самодиагностику;
- реакция – желтый цвет: сам факт изменений в работе оборудования и причины, по которым эти изменения могли произойти;
- действие – зеленый цвет: воздействия работника на систему, которые приводят к реакциям и сигналам.

Таблица 1

Примеры карточек порождающей игры  
«Электросетевой район 10–0,4 киловольт»

Вид карточки	Содержание карточки
Сигнализация	На РТП 1373 в ячейке 6 на ТН-2 10 кВ загорается сигнал «Земля в сети»
Сигнализация	В ОПУ ПС 137 на блоке ЦС работает звуковая сигнализация
Сигнализация	В ОПУ ПС 137 появляются сигналы «Вызов в ЗРУ 10 кВ», «Земля в сети 2с, 10 кВ»
Реакция	На 2с. 10 кВ ПС 137 возникают устойчивые перенапряжения на фазах А и С
Реакция	На РТП 1373 сработал АВР 10кВ при отключении ф.137–209 на ПС 137 «Олтон плюс», СВ 10кВ включился, В 10 кВ в яч. 8 отключился действием «ЗМН»
Реакция	На 3с.10 кВ ПС 137 «Олтон плюс» возникают устойчивые перенапряжения в фазах А и С (напряжение возрастает до линейного)
Действие	Вызвать персонал электролаборатории (РЗА)
Действие	Команда диспетчера: ОВБ выехать на ПС 137 «Олтон плюс» для осмотра
Действие	Команда диспетчера ОВБ: на ПС 137 «Олтон плюс» определить фидер с замыканием на «землю»

Для лучшего понимания можно использовать сравнение системы, с которой взаимодействует ремонтно-обслуживающий персонал во время ликвидации аварийной ситуации, с системой тела человека. Например, человек весной вышел на улицу в легкой одежде – это карточка «Реакция». После этого у него повысилась температура до 38 градусов – это карточка «Сигнализация». Для понижения температуры он выпил жаропонижающее лекарство – это карточка «Действие».

Если во время игровой ситуации участник понимает, что у него в наборе нет необходимой для решения или развития ситуации карточки, то он может запросить у ведущего неограниченное количество пустых карточек состояний, действий или сигнализаций, на которых он может

написать недостающую для формирования последовательности информацию.

Эксперимент проводился в небольших группах от 5 до 14 человек, каждому участнику выдавался набор карточек и схемы участка. Ведущий оглашал группе инструкцию, в которой обозначалось, что каждый испытуемый работает со своей колодой карт и схемой и ему нужно разобраться в том, какая аварийная ситуация произошла на участке. Каждому испытуемому нужно было найти способ ликвидации технологического нарушения посредством выстраивания последовательности из имеющихся карточек. При этом необходимо было составить наиболее длинную логически связанную последовательность, включающую в себя все необходимые действия. После оглашения инструкции участникам давалось 10 минут на ознакомление с колодой карт и схемой, после этого в течение 60 минут они самостоятельно выкладывали сценарии ликвидации аварийной ситуации. Когда время заканчивалось, они фиксировали получившиеся последовательности в письменном виде и передавали их группе экспертов, которые проводили оценку их результатов.

После оценки по каждому участнику выделялись следующие параметры: количество карточек, которые были использованы всего, количество джокеров, длина сценария, завершенность реализованного участником сценария – средняя оценка нескольких экспертов, количество ошибок, допущенных испытуемым, количество карточек «сигнализация», «действие», «реакция», общая оценка за игру, которая рассчитывалась как среднее гармоническое между длиной и завершенностью сценария каждого игрока. Был проведен математический анализ данных параметров с показателями теста структуры интеллекта Амтхауэра ТСИ-77 (тест, предназначенный для оценки структуры и уровня интеллектуальных способностей, состоящий из 9 субтестов по 20 вопросов каждый: дополнение предложений; выбор слов; аналогии; обобщение; арифметические задачи; ряды чисел; геометрическое сложение; пространственное воображение; запоминание). Для математической обработки данных применялся программный пакет IBM SPSS Statistics 22.0 (табл. 2).

Корреляционный анализ Спирмена показал значимые корреляции между показателями интеллекта и оценкой за игру (табл. 2). Согласно результатам, можно говорить о наличии положительной взаимосвязи между общим показателем интеллекта и результатами игры: коэффициент корреляции Спирмена равен 0,343 со значимостью на уровне 0,01.

Также для математической обработки был использован метод главных компонент с варимакс-вращением, выделены факторные нагрузки, указанные в табл. 3. Для определения количества факторов применялся критерий Кайзера. Коэффициент корреляции фактора 1 с общей оценкой за игру – 0,399 со значимостью на уровне 0,01, коэффициент корреляции фактора 2 – 0,141, но он оказался незначимым.

Таблица 2

Значение коэффициентов корреляции Спирмена между показателями теста структуры интеллекта Амтхауэра и оценкой за игру

Субтесты	Корреляция Спирмена	
	Коэффициент корреляции (сравнение с общей оценкой за игру)	Значимые корреляции
Дополнение предложений	0,392	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Выбор слов	0,281	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Аналогии	0,412	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Обобщение	0,162	
Арифметические задачи	0,136	
Ряды чисел	0,274	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Геометрическое сложение	0,212	Значима на уровне 0,05 (2-сторон)
Пространственное воображение	0,133	
Запоминание	0,098	
Общий показатель	0,343	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)

Таблица 3

Факторные нагрузки

Субтесты теста структуры интеллекта Амтхауэра	Фактор (компонента) 1
Дополнение предложений	0,84
Аналогии	0,69
Обобщение	0,66
Выбор слов	0,66
Субтесты теста структуры интеллекта Амтхауэра	Фактор (компонента) 2
Запоминание	0,75
Пространственное воображение	0,72
Геометрическое сложение	0,60
Ряды чисел	0,58

Фактор 1 объединил в себе субтесты связанные с вербальными характеристиками структуры интеллекта: дополнение предложений, выбор слов, аналогии, обобщение. Фактор 2 включил в себя субтесты «запоминание», «пространственное воображение», «геометрическое сложение», «ряды чисел». Субтест «арифметические задачи» не вошел ни в один из факторов.

В табл. 4 показаны результаты корреляционного анализа факторов 1 и 2 и количество карточек различного типа, используемых испытуемыми при устранении аварийной ситуации. Фактор 1 имеет взаимосвязь с количеством используемых при решении карточек каждого вида: коэффициент корреляции с количеством карточек «сигнализация» – 0,277 с уровнем значимости 0,01, с количеством карточек «реакция» – 0,251 с уровнем значимости 0,01, с количеством

карточек «действие» – 0,343 с уровнем значимости 0,01. Также есть взаимосвязь фактора 2 с количеством карточек «действие» со значимостью на уровне 0,05.

Таблица 4

Значение коэффициентов корреляции Спирмена между факторами 1 и 2 и количеством карточек «сигнализация», «действие», «реакция»

Интеллект, факторные нагрузки	Количество карточек, тип	Корреляция Спирмена	
		Коэффициент корреляции	Значимые корреляции
Фактор 1	Сигнализация	0,277	Значима на уровне 0,1 (2-сторон)
Фактор 2	Сигнализация	0,181	
Фактор 1	Реакция	0,251	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Фактор 2	Реакция	0,116	
Фактор 1	Действие	0,343	Значима на уровне 0,01 (2-сторон)
Фактор 2	Действие	0,230	Значима на уровне 0,05 (2-сторон)

#### *Обсуждение результатов и выводы*

Полученные результаты корреляционного анализа между показателями теста структуры интеллекта Амтхауэра и оценкой за игру можно интерпретировать наличием взаимосвязи между уровнем интеллекта и сформированностью концептуальной модели объекта управления у ремонтно-обслуживающего персонала, что подтверждает выдвинутую ранее гипотезу о когнитивных предикторах сформированности концептуальной модели. Данный аспект важен для отбора кадров при найме сотрудников в электросетевых компаниях, а также для формирования процесса обучения уже работающих в компании сотрудников. Влияние интеллектуальных компонентов на сформированность концептуальной модели деятельности является основанием для включения в процесс обучения электромонтеров порождающих игр и других заданий и задач, развивающих интеллект, решение которых поможет формировать модель объекта управления, с которым взаимодействуют электромонтеры. Практика же большинства учебных центров сотрудников электросетей не включает решения интеллектуальных заданий. Результатом проведенного исследования стало внедрение практики проведения порождающих игр в учебном центре АО «ЛЮЭСК».

Результаты факторного анализа можно связывать с тем, что сформированность концептуальной модели объекта управления зависит от уровня развития вербальных характеристик интеллекта, которые, возможно, влияют на то, как персонал изучает и усваивает различные текстовые материалы, которых в работе электромонтеров огромное множество: приказы, инструкции к оборудованию, должностные инструкции, допуски, методические пособия, блок-схемы. Сотрудники, которые не могут включить изученные материалы в свою концептуальную модель объекта управления, хуже справляются с

решением заданий, связанных с их профессиональной деятельностью. Также было показано наличие взаимосвязей между количеством различных карточек «сигнализация», «реакция», «действие» и факторами, выделенными при использовании метода главных компонент. Полученные взаимосвязи могут говорить о том, что состав концептуальной модели объекта управления также определяется вербальными характеристиками, а это значит, что в обучении электромонтеров стоит больше внимания обращать на развитие вербального интеллекта, что является неспецифической рекомендацией, учитывая техническую направленность их обучения.

### **Список литературы**

1. Галактионов А.И. Системное исследование психических образов, формируемых оператором-технологом // Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. М.: Наука, 1992. С. 92–105.
2. Бессонова Ю.В. Типология ментальных репрезентаций профессиональных задач у специалистов атомной энергетики // Эксперимент. психол. 2012. Т. 5. № 2. С. 102–118.
3. Зинченко В.П., Мунипов В.М. Основы эргономики. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 344 с.
4. Обознов А.А., Чернецкая Е.Д. Концептуальные модели у операторов человеко-машинных комплексов // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. Вып. 3/1(75). 2015. С. 52–57.
5. Ошанин Д.А. Предметное действие и оперативный образ: избр. психол. тр. Академия пед. и соц. наук; МПСИ. М.: МПСИ; Воронеж: МОДЭК, 1999. 512 с.
6. Третьяков В.П. Порождающие игры. Практическое руководство по применению. М.: Гуманитарный Центр, 2016. 240 с.

*Об авторе:*

ЕПАТКО Сергей Сергеевич – аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (190034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 6); e-mail: serg\_epatko@mail.ru

## **PSYCHOLOGICAL PREDICTORS OF FORMATION OF A CONCEPTUAL MODEL OF THE CONTROL OBJECT IN ELECTRICIANS OF ELECTRIC NETWORKS**

**S.S. Epatko**

Saint-Petersburg State University

The study of psychological predictors of formation of a conceptual model of the control object for maintenance and repair personnel on the basis of two electric grid companies: the joint-stock company LOESK - Electric Networks of St. Petersburg and the Leningrad Region (JSC «LOESK») and the open joint-stock company Network Company Republic of Tatarstan (OJSC «Network Company»). A factor analysis is carried out and a factor is identified that affects the composition of a conceptual model of the control object. Predictors are identified that affect the professional activities of maintenance personnel of electric grid companies.

**Keywords:** *conceptual model, control object model, electric power industry, electric grid companies, electricians, generative games.*