



Личность как субъект образования
на различных этапах жизненного пути
и проблемы психологии воспитания

УДК 159.9.07

<https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2021-3-2-184-195>

Концептуальная модель объекта управления в обучении ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний

С. С. Епатко^{✉1}, В. П. Третьяков¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7/9

Сведения об авторах:

Сергей Сергеевич Епатко,
SPIN-код: 5378-9085,
e-mail: serg_epatko@mail.ru

Виталий Петрович Третьяков,
SPIN-код: 6101-0030,
e-mail: 4054489@mail.ru

Для цитирования:

Епатко, С. С.,
Третьяков, В. П. (2021)
Концептуальная модель объекта
управления в обучении ремонтно-
эксплуатационного персонала
электросетевых компаний.
*Психология человека
в образовании*, т. 3, № 2, с. 184–195.
<https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2021-3-2-184-195>

Получена 15 января 2021; прошла
рецензирование 25 февраля 2021;
принята 1 марта 2021.

Права: © Авторы (2021).

Опубликовано Российским
государственным педагогическим
университетом им. А. И. Герцена.
Открытый доступ на условиях
лицензии CC BY-NC 4.0.

Аннотация. Статья посвящена изучению психологических характеристик, влияющих на сформированность концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний. Концептуальная модель объекта управления понимается как «совокупность представлений работника о целях и задачах трудовой деятельности, состоянии предмета труда — технических средств и внешней среды, о собственных способах управляющих воздействий» (Мещеряков, Зинченко 2003). Описывается деятельность сотрудников электросетевых компаний и обосновывается возможность применения понятия «концептуальная модель объекта управления» к их работе. В исследовании приняли участие технические руководители службы главного инженера центрального аппарата, руководители филиалов и районов электрических сетей, мастера, электромонтеры — сотрудники оперативно-выездных бригад. В качестве методов исследования применялось анкетирование и порождающая игра «Электросетевой район 10-0,4 киловольт». Результаты игры были использованы для выявления уровня сформированности концептуальной модели объекта управления. Для математической обработки данных использовались: корреляционный анализ Спирмена, корреляционный анализ Пирсона, метод главных компонент с варимакс-вращением, однофакторный дисперсионный анализ ANOVA и критерий Краскала — Уоллеса, Т-критерий (с проверкой равенства дисперсий) и критерий Манна — Уитни, регрессионный анализ (линейная регрессия), кластерный анализ (метод k-средних). Выявлены когнитивные предикторы, связанные с вербальным интеллектом, влияющие на сформированность концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей. Данные результаты дают возможность совершенствовать процесс отбора и подготовки персонала в электросетевых компаниях. Опробованы критерии оценки сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей на основе методики порождающих игр. Исследована структура концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний. Выявлены соотношения технологических, функциональных и информационных оперативных единиц деятельности для сотрудников с различным уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления.

Ключевые слова: концептуальная модель, вербальный интеллект, порождающие игры, электромонтеры, отбор и подготовка персонала, профессиональное развитие, методы обучения, электроэнергетика, электросетевые компании, трудовая деятельность.

The conceptual model of the control object in the training of repair and maintenance personnel of electric grid companies

S. S. Epatko^{✉1}, V. P. Tretyakov¹

¹ Saint Petersburg State University, 7/9 Universitetskaya Emb., Saint Petersburg 199034, Russia

Authors

Sergei S. Epatko,
SPIN: 5378-9085,
e-mail: serg_epatko@mail.ru

Vitaliy P. Tretyakov,
SPIN: 6101-0030,
e-mail: 4054489@mail.ru

For citation:

Epatko, S. S., Tretyakov, V. P. (2021) The conceptual model of the control object in the training of repair and maintenance personnel of electric grid companies. *Psychology in Education*, vol. 3, no. 2, pp. 184–195. <https://www.doi.org/10.33910/2686-9527-2021-3-2-184-195>

Received 15 January 2021;
reviewed 25 February 2021;
accepted 1 March 2021.

Copyright: © The Authors (2021).
Published by Herzen State
Pedagogical University of Russia.
Open access under [CC BY-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
License 4.0.

Abstract. The article is focused on psychological characteristics that affect the degree to which the conceptual model of the control object is formed among repair and maintenance personnel of electric grid companies. The article describes the activities of employees of electric grid companies and substantiates the possibility of applying the notion of a conceptual model of the control object to their field. The study was attended by technical managers from the service of the chief engineer office, heads of branches and districts of distribution zone, service persons, electricians and employees of field teams. The research methods included a questionnaire and the generative game “Electric grid area 10-0.4 kilovolts”. The results of the game were used to identify the degree to which the conceptual model of the control object is formed. Mathematical data processing was performed using Spearman’s rank correlation coefficient, Pearson correlation coefficient, principal component analysis with varimax rotation, one-way ANOVA on ranks, T-test and the Mann — Whitney U-test, Linear regression, and k-means clustering. The study identified cognitive predictors associated with verbal intelligence that affect the formation of the conceptual model of the object of control among repair and maintenance personnel of electric networks. These results make it possible to improve the process of recruiting and training personnel in electric grid companies. The study tested the criteria for evaluating the degree of formation of the conceptual model of the control object using the method of generating games. We also studied the structure of the conceptual model of the object of control. The study revealed the relations between technological, functional and informational operational units of activity for employees with different degrees of conceptual model formation.

Keywords: conceptual model, verbal intelligence, generating games, electricians, staff selection and training of personnel, professional development, training methods, electric power industry, power grid companies, work experience.

Введение

Современному человеку сложно представить мир без электроэнергии. Она проникла почти во все сферы нашей жизни. В редкие моменты отключения электричества мы начинаем испытывать дискомфорт и с нетерпением ждем, когда же специалисты восстановят его подачу. Даже небольшой сбой в подаче электричества может создать массу проблем, если он будет связан со стратегическими объектами, поэтому благополучие населения и развитие общества зависят от надежности энергетической системы страны.

С каждым годом мы наблюдаем заметное увеличение уровня потребления электроэнергии: растет количество потребителей, увеличиваются нагрузки на сети. Энергетика представляет собой основу для развития промышленности и определяет то, как быстро будет происходить прогресс производства в целом. В промышленно развитых странах энергетическая сфера, как

правило, по темпам развития намного опережает темпы развития других областей. То есть энергетика создает инфраструктуру и является драйвером для развития других сфер. Одной из специфических особенностей электроэнергетики является то, что нет возможности накапливать ее для последующего использования. За процесс генерации электричества отвечают электростанции. Единая энергетическая система России объединяет 7 региональную энергосистему, которые состоят из 7 объединенных энергетических систем: Северо-Запада, Центра, Юга, Средней Волги, Урала, Сибири, Востока. После генерации энергию необходимо распределить и доставить до конечного потребителя, будь то целое предприятие или деревенский житель. Эту функцию выполняет обширная паутина электрических сетей различной мощности, раскинутая по всей нашей стране. Обслуживанием сетей, поддержанием работоспособности подстанций и распределительных устройств занимаются электросетевые компании. От того,

насколько успешно действуют их сотрудники, зависит эффективное развитие электроэнергетики и других сфер экономики страны.

Последние десятилетия в энергетической сфере обостряется проблема кадрового дефицита, все меньше людей хотят работать в энергетике, поэтому энергетическим компаниям все чаще приходится брать на работу неквалифицированных работников и заниматься их обучением. Данная проблема усугубляется тем, что оборудование с каждым годом становится сложнее и требует большей квалификации сотрудников. Поэтому компаниям необходимо заниматься постоянным повышением квалификации уже работающих сотрудников. Таким образом, мы видим, что проблема обучения кадров для энергетики является крайне актуальной. В связи с этим повышается ценность исследований, связанных с психологическими особенностями сотрудников электросетевых компаний.

Большинство психологических исследований сегодня сосредоточено вокруг работы электростанции, но наработки ученых в данной сфере можно использовать в работе с сотрудниками электросетевых компаний. Так, инженерные психологи активно изучают феномен под названием «концептуальная модель объекта управления» в деятельности операторов электростанций. Под концептуальной моделью в данном случае понимается «совокупность представлений работника о целях и задачах трудовой деятельности, состоянии предмета труда — технических средств и внешней среды, о собственных способах управляющих воздействий» (Мещеряков, Зинченко 2003). Вполне очевидно, что в процессе выполнения рабочих задач при принятии решений сотрудники электросетевых компаний опираются на сформированную у них концептуальную модель объекта управления, в которую в связи со спецификой их деятельности входит знание законов физики, нормативных документов, схем электросетей, знание о работе оборудования сетей. От того, насколько хорошо сформирована концептуальная модель объекта управления у данных специалистов, зависит эффективность принятых ими решений, которые влияют на эффективность их работы, а следовательно, и на эффективность работы электросетевых компаний в целом.

Изучение сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей может содействовать решению ряда психологических проблем. Одна из наиболее важных состоит в понимании того, какие аспекты подготовки и обучения ремонтно-эксплуатацион-

ного персонала наиболее полно влияют на эффективность их действий. Другая — какие психологические параметры важны при разработке методов отбора ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей.

Теоретический обзор современного состояния проблемы

Термин «концептуальная модель» (conceptual model) ввел в 1961 году А. Т. Велфорд (Welford 1961). С тех пор термин стал активно использоваться инженерными психологами в рамках изучения деятельности человека-оператора. Ю. В. Бессонова исследовала концептуальную модель деятельности специалистов атомных электростанций (Бессонова 2012). А. А. Обознов, Э. В. Волков, Е. Д. Чернецкая изучали структурную организацию концептуальных моделей объекта управления операторов атомных электростанций (Обознов, Волков, Чернецкая 2011; Чернецкая 2014; Обознов, Чернецкая 2015). Зарубежные коллеги исследовали когнитивную сложность и нагрузки во время переключения и возникающие в результате этих факторов ошибки в деятельности операторов АЭС (Theureau, Filippi, Saliou et al. 2002), разрабатывали классификацию взаимодействия персонала атомных электростанций (Yim, Kim, Seong 2013). Как мы видим, в большинстве своем инженерные психологи исследуют деятельность работников электростанций, и лишь малая часть работ посвящена изучению ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний. Среди этих работ можно выделить труды Г. В. Новиковой по изучению психологических и инженерно-психологических аспектов в профессиональной подготовке, влияющих на результаты деятельности начальников цехов и смен и операторов энергоблоков теплоэлектроцентралей (Новикова 2002), публикации, посвященные исследованию психологического обеспечения дистанционного обучения мастеров электросетевых компаний (Дуленкова 2015), работы по изучению психологических факторов личной культуры безопасности мастеров электрических сетей (Горюнова, Фёдоров, Верещагина и др. 2019). Проведенный нами анализ литературных источников показал, что исследований, связанных с работой персонала распределительных компаний, проводится довольно мало, а работ по изучению концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала почти нет. При этом в работах отмеченных выше инженерных психологов, посвященных изучению концептуаль-

ных моделей объектов управления сотрудников электростанций, наблюдается взаимосвязь между когнитивными особенностями работников и особенностями выстраивания концептуальных моделей. Эти данные позволили нам применить теоретические основания в области концептуальных моделей к труду ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний, который в классическом понимании не относится к деятельности человека-оператора.

Организация и методы исследования

Настоящее исследование было реализовано в период с сентября 2017 года по январь 2020 года. В нем приняли участие 206 сотрудников двух электросетевых компаний: Акционерного общества «ЛОЭСК — Электрические сети Санкт-Петербурга и Ленинградской области» (АО «ЛОЭСК») и Открытого акционерного общества «Сетевая компания» Республики Татарстан (ОАО «Сетевая компания»).

Объект исследования: концептуальная модель объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей.

Предмет исследования: предикторы сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей.

Целью работы стало выявление психологических предикторов, влияющих на сформированность концептуальной модели объекта управления у ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей.

Нами было выдвинуто несколько гипотез: 1) предикторами сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей являются интеллектуальные особенности работников; 2) сформированность концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей определяется соотношением оперативных единиц деятельности (технологических, функциональных и информационных).

В связи с поставленными целями и выдвинутыми гипотезами были реализованы следующие задачи.

- 1) Изучение теоретических и методологических исследований понятия «концептуальная модель объекта управления» в психологии.
- 2) Эмпирическое исследование психологических предикторов сформированности концептуальной модели объекта

управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей.

Мы разделили исследование на несколько этапов. В 2017 году был реализован первый этап, который представлял собой исследование субъективных представлений руководителей электросетевых компаний об элементах концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей. В данном этапе приняли участие 75 технических руководителей АО «ЛОЭСК» службы главного инженера центрального аппарата, руководители филиалов и районов электрических сетей — мужчины с высшим техническим образованием в возрасте от 35 до 50 лет (медиана 42,48, среднее 44,3), стаж работы в энергетике от 10 до 25 лет (медиана 15,3, среднее 16,6). Они заполняли анкету, при ответе на вопросы респонденты ставили отметки на риске от 1 до 90 мм, для удобства сравнения данные из миллиметров переводились в условные единицы (у. е.) — для перевода в у. е. измерялось расстояние в миллиметрах от края риски до отметки респондента и это расстояние делилось на 90 мм.

Во втором основном этапе, проходившем с декабря 2018 по январь 2020 года, принял участие 131 работник ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей (мастера, электромонтеры, сотрудники оперативно-выездных бригад) — 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, среднее 14,02).

В качестве одного из методов исследования применялась анкета выявления субъективных представлений руководителей электросетевых компаний об элементах концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей. Данная анкета появилась в результате модификации анкеты Е. А. Дуленковой, которая была использована для исследования субъективных представлений о работе ремонтно-эксплуатационного персонала АО «МРСК Северо-Запада». Анкета была дополнена вопросами в соответствии со спецификой работы электромонтеров и мастеров РЭС АО «ЛОЭСК» и профессиональными стандартами работников по техническому обслуживанию и ремонту воздушных, кабельных линий электропередачи и оборудованию подстанций электрических сетей, утвержденных Министерством труда РФ. Для оценки уровня сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний применялась порождающая игра «Электросетевой

район 10-0,4 киловольт», которая была разработана специалистами АО «ЛОЭСК» Ю. А. Борисовым, В. В. Жуком и В. П. Третьяковым (Третьяков 2016; Борисов, Жук, Третьяков 2020). Для изучения психологических особенностей работников применялись тест структуры интеллекта Р. Амтхауэра.

Результаты и их обсуждение

Перед тем как проводить основную часть исследования, посвященную изучению уровня сформированности концептуальной модели объекта управления мастеров, электромонтеров и сотрудников оперативно-выездных бригад, нам было необходимо изучить, как руководители, отвечающие за управление и развитие филиалов электросетевой компании, оценивают необходимость знаний и информации, относящихся к непосредственному объекту управления ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевых компаний — электрической сети. Для этих целей мы провели первый этап исследования — анкетирование.

Всего в анкете было выделено 7 блоков, или элементов, концептуальной модели объекта управления, которые оценивались руководителями. На рисунке 1 представлены оценки, полученные по данным блокам.

Важно отметить, что лидирующую позицию в совокупности с другими безусловно важными блоками по необходимому уровню сформиро-

ванности занимает блок «Эксплуатация электрических сетей». По факту этот блок собирает в себе информацию об электрической сети и взаимодействии персонала с ней, то есть в нем содержится информация об объекте управления ремонтно-эксплуатационного персонала электросетевой компании. Мы также получили данные о том, как, по мнению руководителей, распределяются необходимые уровни сформированности по темам внутри блока «Эксплуатация электрических сетей» (см. табл. 1).

После проведения опроса среди технических руководителей АО «ЛОЭСК» службы главного инженера центрального аппарата, руководителей филиалов и районов электрических сетей мы решили сравнить полученные нами данные с опросом, который реализовывала Е. А. Дуленкова в компании ОАО «МРСК Северо-Запад» в 2015 году (Дуленкова 2015). В таблице 2 отражены данные сравнения.

При сравнении полученных данных сразу видно, что по некоторым вопросам мнения экспертов из двух электросетевых компаний совпадает. Это вопросы, относящиеся к обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций: респонденты АО «ЛОЭСК» расположили по важности эти вопросы на 2 месте относительно других вопросов, а респонденты ОАО «МРСК Северо-Запад» — на 3 месте. Также видно сходство в вопросах технологии работы с опорами — 3 и 2 места, в вопросах поддерживающих концевых и ответвительных

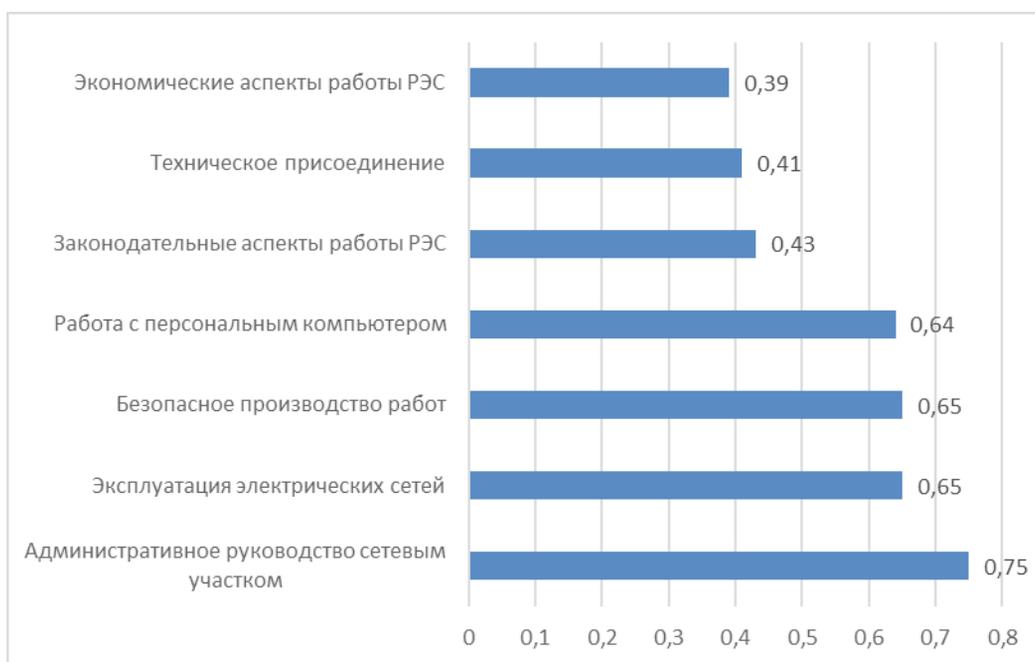


Рис. 1. Обобщенные значения ответов респондентов на вопрос о необходимом уровне сформированности концептуальной модели объекта управления в блоке компетенций «Эксплуатация электрических сетей» (в у. е.)

Табл. 1. Ответы респондентов на вопрос о необходимом уровне сформированности концептуальной модели объекта управления в блоке компетенций «Эксплуатация электрических сетей»

Вопросы блока компетенций «Эксплуатация электрических сетей»	Среднее значение (у. е.)
Эксплуатация и техническое обслуживание воздушных и кабельных линий РЭС	0,81
Применение подвесных изоляторов (стекло, фарфор, полимер)	0,81
Обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций	0,80
Технология работы с опорами	0,77
Технология работы с СИП	0,75
Применение штыревых изоляторов	0,73
Технология работы с кабелем	0,72
Применение различных кабельных муфт при монтаже кабельных линий	0,71
Производство переключений в электроустановках	0,71
Назначение трансформаторных подстанций	0,70
Поддерживающие концевые и ответвительные зажимы	0,69
Правила технической эксплуатации (ПТЭ) электрических станций и сетей	0,68
Технология работы с голыми проводами	0,67
Марки, конструктивное исполнение кабелей 0,4–20 кВ	0,66
Виды трансформаторных подстанций	0,65
Системы защиты от перенапряжений	0,64
Методики измерения и работа с приборами	0,60
Организация оперативного обслуживания распределительных сетей	0,58

зажимов — 8 и 9 места. Но есть и вопросы, в которых мнения экспертов кардинально отличаются. Например, в вопросе применения подвесных изоляторов (АО «ЛОЭСК» — 1 место; ОАО «МРСК Северо-Запад» — 7 место), в вопросе производства переключений в электроустановках (АО «ЛОЭСК» — 6 место; ОАО «МРСК Северо-Запад» — 1 место). При первом взгляде наличие такой большой разницы в отношении

экспертов к некоторым вопросам кажется довольно необычным, учитывая тот факт, что обе компании работают в одной индустрии и преследуют одни цели, и это еще более удивительно при условии, что энергетика является сферой с большим количеством регламентов и правил организации работы персонала. Но при более подробном анализе нам открывается тот факт, что хоть компании и очень похожи по сфере

Табл. 2. Сравнение представлений экспертов в АО «ЛОЭСК» и ОАО «МРСК Северо-Запад» о необходимом уровне сформированности концептуальной модели объекта управления по вопросам блока «Эксплуатация электрических сетей» для мастеров и электромонтеров

Вопросы блока «Эксплуатация электрических сетей»	АО «ЛОЭСК» (ранги)	ОАО «МРСК Северо-Запад» (ранги)
Применение подвесных изоляторов (стекло, фарфор, полимер)	1 место	7 место
Обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций	2 место	3 место
Технология работы с опорами	3 место	2 место
Технология работы с СИП	4 место	6 место
Применение штыревых изоляторов	5 место	4 место
Производство переключений в электроустановках	6 место	1 место
Назначение трансформаторных подстанций	7 место	5 место
Поддерживающие концевые и ответвительные зажимы	8 место	9 место
Технология работы с голыми проводами	9 место	2 место
Системы защиты от перенапряжений	10 место	8 место
Методики измерения и работа с приборами	12 место	10 место

деятельности, они имеют важные различия. АО «ЛОЭСК» по отношению к ОАО «МРСК Северо-Запад» является относительно небольшой компанией без учебного центра, в то время как ОАО «МРСК Северо-Запад» является одной из крупнейших электросетевых компаний в РФ и имеет долгую историю развития и подготовки своих специалистов. При анализе организационных и материально-технических факторов мы видим, что сотрудники ОАО «МРСК Северо-Запад» в работе постоянно занимаются переключением в электроустановках, в то время как в АО «ЛОЭСК» ремонтно-эксплуатационный персонал подобных работ не проводит вследствие отсутствия необходимых допусков. По такому же принципу объясняется разница в вопросе применения СИП (изолированный провод): в АО «ЛОЭСК» персонал постоянно работает с СИП, а в ОАО «МРСК Северо-Запад» работы с СИП ведутся довольно редко. Наличие подобных различий приводит к выводу, что при формировании профессиональных требований к деятельности ремонтно-эксплуатационного персонала необходимо обращать внимание на специфику деятельности работников в организациях.

После того как мы проанализировали итоги первого этапа исследования и получили подтверждение важности знаний и информации, относящейся к объекту управления — электрической сети, вокруг которой выстраивается внутренний мир деятельности специалиста ремонтно-эксплуатационного персонала, мы реализовали второй этап исследования.

На втором этапе в качестве основного метода исследования применялась порождающая игра «Электросетевой район 10-0,4 киловольт», которая позволила нам разделить всех представителей выборки на три группы по уровню сформированности концептуальной модели объекта управления.

Первая группа — 17 человек — работники с высоким уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления, которые способны решать возникшие в процессе деятельности сложности и могут быть допущены к самостоятельному устранению аварийных ситуаций.

Вторая группа — 54 человека — сотрудники, которые имеют средний уровень сформированности концептуальной модели объекта управления, способны решить большую часть воз-

никающих перед ними сложностей, но при этом могут допускать ошибки в решениях.

Третья группа — 60 человек — работники с низким уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления, допускающие грубые ошибки при ликвидации аварийных ситуаций и нуждающиеся в контроле более опытных коллег при выполнении аварийных работ.

Далее был проведен математический анализ результатов игры, показывающих уровень сформированности концептуальной модели объекта управления испытуемых и результатов заполнения психологических методик.

Значимых корреляций между личностными методиками и уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления выявлено не было. Но были обнаружены значимые корреляции между итоговым показателем интеллекта по тесту структуры интеллекта Амтхауэра и уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления (R -Спирмена = 0,343, $p < 0,01$). Наличие значимых корреляций между субтестами ТСИ Амтхауэра дало нам возможность провести факторный анализ. При помощи метода Кайзера было выделено два фактора. Фактор 1 показал значимую корреляцию с уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления (R -Пирсона = 0,376, $p < 0,01$). Этот фактор объединил в себе субтесты «Дополнение предложений», «Аналогии», «Обобщение»,

«Выбор слов». Для более точной проверки данных мы провели регрессионный анализ с пошаговым отбором ($R = 0,442$; $R^2 = 0,195$; $F = 12,367$, $p < 0,01$), который показал, что 19,5% дисперсии зависимой переменной (уровень сформированности концептуальной модели объекта управления) определяются субтестами «Аналогии» (способности человека, связанные с умением найти смысловую связь между словами по имеющейся аналогии) и «Дополнение предложений» («чувство языка» и индуктивное мышление).

На основании полученных данных мы можем сказать, что первая гипотеза о том, что предикторами сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей являются интеллектуальные особенности работников, подтверждается.

Для проверки второй гипотезы нам необходимо более подробно рассмотреть порождающую игру «Электросетевой район 10-0,4 киловольт». Данная игра представляет собой набор из 60 карточек и схему электросетевого участка. На карточках содержится информация о различных действиях, состояниях и показаниях оборудования в электрической сети. Главной целью участника является создание максимально длинной не противоречащей логике последовательности ликвидации аварийной ситуации на основе имеющихся карточек и схемы. Внешний вид карточек представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид карточек порождающей игры «Электросетевой район 10-0,4 киловольт»

Все карточки в игре разделены на три вида согласно концепции А. И. Галактионова о концептуальной модели объекта управления и оперативных единицах деятельности (ОЕД) (Галактионов 1978; 1992):

- карточки «сигнализация» (красный цвет) — информационные ОЕД — контролируемые показатели оборудования и их отклонения;
- карточки «действия» (зеленый цвет) — технологические ОЕД — знания об отдельных частях объекта управления: агрегатах, устройствах, технологических операциях, производимых с оборудованием;
- карточки «реакция» (желтый цвет) — функциональные ОЕД — понимание состояния элементов технологического процесса.

Для того чтобы определить соотношение различных оперативных единиц деятельности, в структуре полученных нами данных об уровне сформированности концептуальной модели объекта управления был реализован кластерный анализ посредством метода *k*-средних с использованием Евклидова расстояния. Мы получили три кластера, в которые вошла информация о том, как испытуемые применяли карточки. Это деление мы назвали «кластер», и оно представлено в таблице 3.

Ранее мы отметили, что все участники по уровню сформированности концептуальной модели объекта управления были разделены на три группы. Это деление мы назвали «Оценка».

Далее мы сравнили средние значения характеристик «Оценка» и «Кластер» при помощи критерия Хи-квадрат Пирсона. В качестве гипотезы H_1 выступило предположение, что между выбранными характеристиками есть связь: Хи-квадрат Пирсона = 52,654, число степеней свободы = 4, *p*-уровень (2-стор.) меньше 0,01.

Для более подробной аналитики обратимся к таблице 4. Здесь мы видим, что в третьем кластере, который представлен самыми короткими последовательностями и наименьшим количеством использованных карточек различного вида (0,15 для карточек «сигнализация»; 0,10 — для карточек «действие»; 0,11 — для карточек «реакция») сосредоточились 88,4% испытуемых от общего количества участников, оказавшихся в третьей группе по уровню сформированности концептуальной модели объекта управления. Эти показатели мы можем представить в виде начального уровня сформированности концептуальной модели объекта управления. Далее, при переходе на более высокий уровень сформированности мы видим, что 50% испытуемых оказывается во втором кластере, хотя 48,1% остались еще в третьем. Но во втором кластере у нас происходит заметное увеличение частоты использования карточек различного типа, теперь это показатели: 0,4 — для карточек «сигнализация»; 0,2 — для карточек «действие»; 0,27 — для карточек «реакция». Наконец, высокий уровень сформированности концептуальной модели объекта управления представляет нам

Табл. 3. Средние значения долей использованных карточек каждого типа от общего числа доступных карточек каждого типа в каждом из кластеров

Кластер	Сигнализация	Действие	Реакция
1	0,86	0,42	0,57
2	0,40	0,20	0,27
3	0,15	0,10	0,11

Табл. 4. Распределение по кластерам участников, отнесенных к разным группам по уровню сформированности концептуальной модели объекта управления, в процентах от общего числа участников каждой группы

Уровень сформированности концептуальной модели объекта управления	Кластер, %			Итого
	1	2	3	
Высокий уровень (группа 1)	35,3	58,8	5,9	100,0
Средний уровень (группа 2)	1,9	50,0	48,1	100,0
Низкий уровень (группа 3)	2,3	9,3	88,4	100,0

еще большие изменения: теперь уже заметно увеличился процент людей в первом кластере, где 35,3% испытуемых чаще других используют карточки «сигнализация» (0,86), то есть информационные ОЕД, и реже «действие» (0,42) — технологические ОЕД, «реакция» (0,57) — функциональные. Таким образом, мы наблюдаем своеобразный переход от одних оперативных единиц деятельности к другим, который представлен на рисунке 3. Здесь также показательными являются результаты корреляционного анализа между уровнем сформированности концептуальной модели объекта управления конкретного испытуемого и количеством карточек «сигнализация» (R -Спирмена = 0,203, $p < 0,05$).

Таким образом, мы можем подойти к выводу о том, что чем выше уровень сформированности концептуальной модели объекта управления, тем чаще в своих сценариях ликвидации аварий сотрудник ремонтно-эксплуатационного персонала использует карточки «сигнализация», то есть информационные оперативные единицы деятельности. Получается, что при совершенствовании своих профессиональных компетенций у работников электросетевых компаний происходит переход от одних оперативных единиц деятельности к другим. В целом можно

констатировать, что в деятельности электромонтеров наблюдаются закономерности, выявленные А. И. Галактионовым в работе человека-оператора (Галактионов 1978). Обобщение данных позволяет считать подтвержденной вторую гипотезу о том, что сформированность концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей определяется соотношением оперативных единиц деятельности: технологических, функциональных и информационных.

Выводы

Развитие энергетики является одной из важнейших задач в свете того, что данная сфера — один из неотъемлемых факторов, служащих развитию жизни общества. В нашей работе мы рассматриваем расширение области применения понятия «концептуальная модель объекта управления» к деятельности работников электросетевых компаний. Целью нашей работы стало выявление психологических предикторов, влияющих на сформированность концептуальной модели объекта управления у ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей. Нами было проведено изучение теоретических и методологических исследований

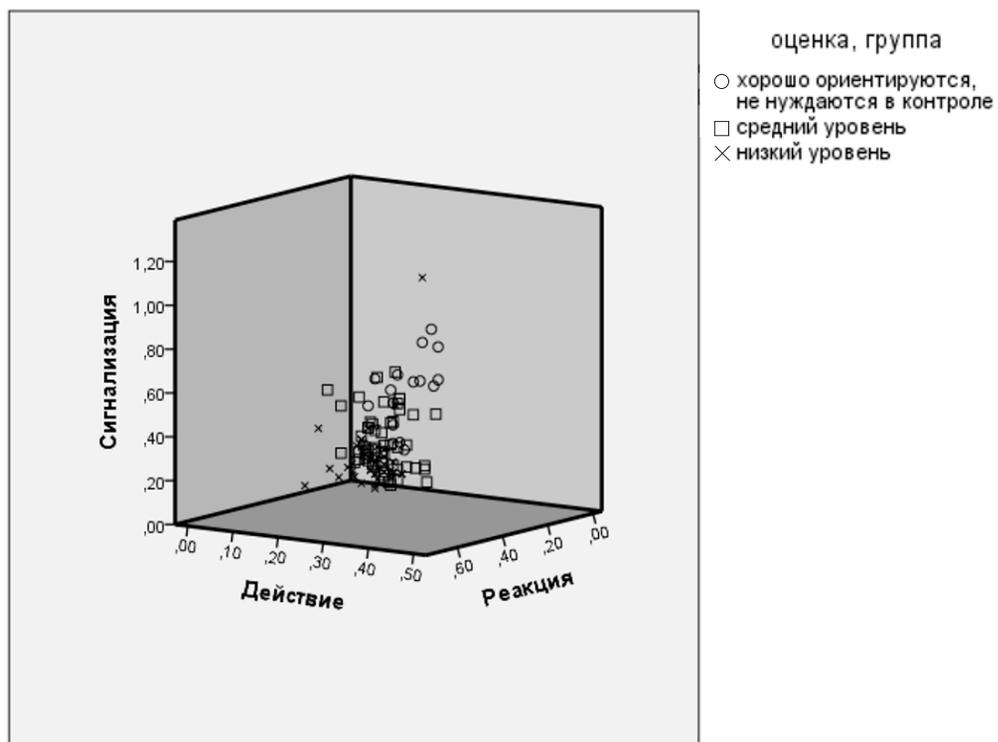


Рис. 3. Использование карточек трех типов: «Сигнализация», «Действие», «Реакция» — участниками, отнесенными к разным группам по успешности, в долях использованных карточек каждого типа от общего числа доступных карточек каждого типа

понятия «концептуальная модель объекта управления» в психологии, что позволило нам говорить о том, что результаты исследований инженерных психологов могут быть использованы не только в рамках образовательных практик в деятельности человека-оператора, но и при обучении специалистов других профессий. Проведение эмпирического исследования психологических предикторов сформированности концептуальной модели объекта управления ремонтно-эксплуатационного персонала электрических сетей при помощи метода порождающих игр позволило нам определить уровень сформированности концептуальной модели объекта управления сотрудников электросетевых компаний.

При помощи экспертов мы смогли разделить участников на группы по эффективности деятельности и выработать стратегию их дальнейшего обучения. Таким образом, мы делаем вывод, что порождающие игры, зарекомендовавшие себя как метод обучения в области атомной энергетики, авиации и охраны труда, могут использоваться и при работе с персоналом электросетевых компаний, а примененная нами методика оценки уровня сформированности концептуальной модели объекта управления может применяться для определения актуального уровня концептуальной модели объекта управления.

Литература

- Бессонова, Ю. В. (2012) Типология ментальных репрезентаций профессиональных задач у специалистов атомной энергетики. *Экспериментальная психология*, т. 5, № 2, с. 102–118.
- Борисов, Ю. А., Жук, В. В., Третьяков, В. П. (2020) Применение порождающей игры на соревнованиях профессионального мастерства электромонтеров распределительных электрических сетей. *Энергетик*, т. 1, № 3, с. 12–15. <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2020.87.80.003>
- Галактионов, А. И. (1978) *Основы инженерно-психологического проектирования АСУ ТП*. М.: Энергия, 208 с.
- Галактионов, А. И. (1992) Системное исследование психических образов, формируемых оператором-технологом. В кн.: В. А. Бодров, В. Ф. Венда (ред.). *Системный подход в инженерной психологии и психологии труда*. М.: Наука, с. 92–104.
- Горюнова, Л. Н., Фёдоров, С. И., Верещагина, Л. А. и др. (2019) Психологические факторы личной культуры безопасности мастеров электрических сетей. В кн.: Я. А. Корнеева (ред.). *Психология экстремальных профессий. Материалы II Международной научно-практической конференции 27–29 июня 2019 г.* Архангельск: ИД САФУ, с. 40–42.
- Дуленкова, Е. А. (2015) *Психологические и организационные особенности профессионального обучения мастеров электрических сетей*. СПб.: ПЭИПК, 83 с.
- Мещеряков, Б. Г., Зинченко, В. П. (ред.). (2003) *Большой психологический словарь*. СПб.: Прайм-Еврознак, 666 с.
- Новикова, Г. В. (2002) *Психологические аспекты профессиональной подготовки оперативного персонала в электроэнергетике. Диссертация на соискание степени кандидата психологических наук*. Тверь, Тверской государственный университет, 155 с.
- Обознов, А. А., Волков, Э. В., Чернецкая, Е. Д. (2011) Исследование концептуальных моделей у операторов атомных станций методом ассоциативного эксперимента. *Экспериментальная психология*, т. 4, № 1, с. 57–64.
- Обознов, А. А., Чернецкая, Е. Д. (2015) Концептуальные модели у операторов человеко-машинных комплексов. *Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики*, № 3-1 (75), с. 52–57.
- Третьяков, В. П. (2016) *Порождающие игры. Практическое руководство по применению*. М.: Гуманитарный центр, 240 с.
- Чернецкая, Е. Д. (2014) Связь типов концептуальных моделей и успешности профессиональной деятельности операторов. *Вестник университета*, № 8, с. 212–219.
- Theureau, J., Filippi, G., Saliou, G. et al. (2002) Cultural issues of nuclear power plant collective control in accidental situations and their impact upon design issues. In: *Proceedings of the Eleventh European Conference on cognitive ergonomics — ECCE 11, September 8–11, 2002, Catania, Italy*. [Online]. Available at: <http://www.coursdaction.fr/06-English/2002-JT&al-C90.pdf> (accessed 14.04.2021).
- Welford, A. T. (1961) On the human demands of automation: Mental work conceptual model, satisfaction and training. *Industrial and Business Psychology*, vol. 5, pp. 182–193.
- Yim, H. B., Kim, A. R., Seong, P. H. (2013) Development of a quantitative evaluation method for non-technical skills preparedness of operation teams in nuclear power plants to deal with emergency conditions. *Nuclear Engineering and Design*, vol. 255, pp. 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2012.09.027>

References

- Bessonova, Yu. V. (2012) Tipologiya mental'nykh reprezentatsij professional'nykh zadach u spetsialistov atomnoj energetiki [Typology of mental representations of professional tasks of nuclear energy specialists]. *Ekspierimental'naya psikhologiya — Experimental Psychology (Russia)*, vol. 5, no. 2, pp. 102–118. (In Russian)
- Borisov, Yu. A., Zhuk, V. V., Tret'yakov, V. P. (2020) Primenenie porozhdayushchej igry na sorevnovaniyakh professional'nogo masterstva elektromonterov raspredelitel'nykh elektricheskikh setej [Generative game use at professional skills competitions of distributing electrical network electricians]. *Energetik*, vol. 1, no. 3, pp. 12–15. <http://dx.doi.org/10.34831/EP.2020.87.80.003> (In Russian)
- Chernetskaya, E. D. (2014) Svyaz' tipov kontseptual'nykh modelej i uspeshnosti professional'noj deyatel'nosti operatorov [Communication types of conceptual model and a successful career operator]. *Vestnik universiteta*, no. 8, pp. 212–219. (In Russian)
- Dulenkova, E. A. (2015) *Psikhologicheskie i organizatsionnye osobennosti professional'nogo obucheniya masterov elektricheskikh setej [Psychological and organizational characteristics of professional training of electrical network masters]*. Saint Petersburg: PEIPK Publ., 83 p. (In Russian)
- Galaktionov, A. I. (1978) *Osnovy inzhenerno-psikhologicheskogo proektirovaniya ASU TP [Fundamentals of engineering and psychological design of automated process control systems]*. Moscow: Energiya Publ., 208 p. (In Russian)
- Galaktionov, A. I. (1992) Sistemnoe issledovanie psikhicheskikh obrazov, formiruemykh operatorom-tekhnologom [Systematic study of mental images formed by the operator-technologist]. In: V. A. Bodrov, V. F. Venda (eds.). *Sistemnyj podkhod v inzhenernoj psikhologii i psikhologii truda [The system approach in engineering psychology and psychology of labor]*. Moscow: Nauka Publ., pp. 92–104. (In Russian)
- Goryunova, L. N., Fedorov, S. I., Vereshchagina, L. A. et al. (2019) Psikhologicheskie faktory lichnoj kul'tury bezopasnosti masterov elektricheskikh setej [Psychological factors of personal safety culture of masters of electric networks]. In: Ya. A. Korneeva (ed.). *Psikhologiya ekstremal'nykh professij. Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii 27–29 iyunya 2019 g. [Psychology of extreme professions. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference 27–29 June 2019]* Arkhangel'sk: Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov Publ., pp. 40–42. (In Russian)
- Meshcheryakov, B. G., Zinchenko, V. P. (eds.). (2003) *Bol'shoj psikhologicheskij slovar' [Great psychological dictionary]*. Saint Petersburg: Prajm-Evroznak Publ., 672 p. (In Russian)
- Novikova, G. V. (2002) *Psikhologicheskie aspekty professional'noj podgotovki operativnogo personala v elektroenergetike [Psychological aspects of professional training of operational personnel in the electric power industry]*. PhD dissertation (Psychology). Tver, Tver State University, 155 p. (In Russian)
- Oboznov, A. A., Chernetskaya, E. D. (2015) Kontseptual'nye modeli u operatorov chelovekomashinnykh kompleksov [Conceptual models the operators of man-machine systems]. *Chelovecheskij faktor: problemy psikhologii i ergonomiki — Human Factors: Problems of Psychology and Ergonomics*, no. 3-1 (75), pp. 52–57. (In Russian)
- Oboznov, A. A., Volkov, E. V., Chernetskaya, E. D. (2011) Issledovanie kontseptual'nykh modelej u operatorov atomnykh stantsij metodom assotsiativnogo eksperimenta [Associative experiment in a study of conceptual models in operators of nuclear power plants]. *Ekspierimental'naya psikhologiya — Experimental Psychology (Russia)*, vol. 4, no. 1, pp. 57–64. (In Russian)
- Theureau, J., Filippi, G., Saliou, G. et al. (2002) Cultural issues of nuclear power plant collective control in accidental situations and their impact upon design issues. In: *Proceedings of the Eleventh European Conference on cognitive ergonomics — ECCE 11, September 8–11, 2002, Catania, Italy*. [Online]. Available at: <http://www.coursdaction.fr/06-English/2002-JT&al-C90.pdf> (accessed 14.04.2021). (In English)
- Tret'yakov, V. P. (2016) *Porozhdayushchie igry. Prakticheskoe rukovodstvo po primeneniyu [Generative games. Practical application guide]*. Moscow: Gumanitarnyj tsentr Publ., 240 p. (In Russian)
- Welford, A. T. (1961) On the human demands of automation: Mental work conceptual model, satisfaction and training. *Industrial and Business Psychology*, vol. 5, pp. 182–193. (In English)
- Yim, H. B., Kim, A. R., Seong, P. H. (2013) Development of a quantitative evaluation method for non-technical skills preparedness of operation teams in nuclear power plants to deal with emergency conditions. *Nuclear Engineering and Design*, vol. 255, pp. 212–225. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2012.09.027> (In English)