

ISSN 2500-316X (Online)

<https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-129-140>



УДК 378.14; 504; 621.3:331.4

Структуризация дисциплин «Инженерная экология» и «Безопасность жизнедеятельности» как средство повышения качества их усвоения

В.М. Михайлов

МИРЭА – Российский технологический университет, Москва 119454, Россия

@Автор для переписки, e-mail: mihajlov@mirea.ru

Статья посвящена особенностям организации преподавания дисциплин общей подготовки («Инженерная экология», «Безопасность жизнедеятельности» и др.) при отсутствии полноценной практики. В таких случаях предлагается обучение выстраивать на основе учета структурных свойств учебного материала как в лекциях, так и в заданиях для самостоятельной работы. Связано это с тем, что наш внутренний когнитивный процесс выстроен системно и на начальном (незавершенном) этапе обучения способен обеспечивать восприятие лишь структурно представляемых закономерностей. Существующее множество нюансов их параметрического насыщения, которые «укладываются» в общую канву изучаемого материала лишь при его детальном рассмотрении, без соответствующей практики усвоить достаточно сложно. Преодоление данного затруднения связано с постоянным присутствием в транслируемом материале четко выраженной структурно-логической основы. Это относится как к изучению теории, так и к формированию заданий (например, тем рефератов) с обязательным отражением в последнем выявленной структурной схемы в использованном материале. Показаны системные закономерности формирования индивидуального восприятия при его освоении и стадий формирования представлений. Рассматриваются примеры структурных схем, используемых при подаче учебного материала, наглядно упрощающие его восприятие и повышающие уровень усвоения, например, по закономерностям организации и функционирования экосистем, по схемам электроснабжения и защиты помещений с системой TN-S с однофазным и трехфазным вводами.

Ключевые слова: структурно-логическая основа учебного материала, системность когнитивных процессов, структурность восприятия учебного материала, структурная устойчивость экосистем, структурная основа безопасности электросетей.

Для цитирования: Михайлов В.М. Структуризация дисциплин «Инженерная экология» и «Безопасность жизнедеятельности» как средство повышения качества их усвоения. *Российский технологический журнал*. 2020;8(4):129-140. <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-129-140>

Structuring of the disciplines «Engineering ecology» and «Safety of the Life» as a means of improving the quality of their learning

Valery M. Mikhailov

MIREA – Russian Technological University, Moscow 119454, Russia
@Corresponding author, e-mail: mihajlov@mirea.ru

The article is devoted to the peculiarities of organizing the teaching of general training disciplines ("Engineering Ecology," "Safety of the Life" etc.) in the absence of full practice. In such cases, it is proposed to build training on the basis of accounting for the structural properties of the educational material in both lectures and self-work assignments. This is due to the fact that our internal cognitive process is built systemically and at the initial (unfinished) stage of learning is able to provide perception only of structurally represented patterns. A huge set of nuances of their parametric saturation, which "stacked" in the general canvas of the studied material only at its detailed examination, without appropriate practice to assimilate quite difficult. Overcoming this difficulty is associated with the constant presence in the broadcast material of a clearly expressed structural and logical basis. This applies both to the study of theory, and to the formation of tasks (e.g., abstract topics) with obligatory reflection in the last identified structural scheme in the material used. The systemic patterns of the formation of individual perception in its development and stages of formation of representations are shown. Examples of structural schemes used in the presentation of educational material are presented, clearly simplifying its perception and increasing the level of assimilation, for example, by the regularities of the organization and functioning of ecosystems, on the schemes of electricity supply and protection of premises with a system of TN-S with single-phase and three-phase inputs. This approach also allows us to visualize the patterns of coordination between the characteristics of electrically protective devices.

Keywords: structurally-logical framework training material, systematic cognitive processes, structuring of perception training material, structural stability of ecosystems, structural foundation security networks.

For citation: Mikhailov V.M. Structuring of the disciplines «Engineering ecology» and «Safety of the Life» as a means of improving the quality of their learning. *Rossiiskii tekhnologicheskii zhurnal* = *Russian Technological Journal*. 2020;8(4):129-140 (in Russ.). <https://doi.org/10.32362/2500-316X-2020-8-4-129-140>

Введение

Преподавание дисциплин общей подготовки таких, как «Инженерная экология», «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД) и других при отсутствии полноценной практики настоятельно требует поиска дополнительных возможностей обеспечения необходимого уровня их освоения.

Объясняется это необходимостью освещать сложные системные процессы функционирования экосистем, их внутренних взаимосвязей и сбалансированности (рис. 1), формирующие условия сохранения устойчивости биосферы при внешних природно-антропогенных воздействиях. Также не менее сложными для понимания являются вопросы обеспечения нормативной эксплуатации и безопасности электроустановок при необходимости учета и согласования как многочисленных характеристик используемых устройств, так и широкого спектра возможных последствий в случае нарушений условий их согласованности.

Принципы и подходы к структуризации дисциплин

I. Закономерности функционирования экосистем определяются *абиотическими* и *биотическими* свойствами компонентов природы. Последним и принадлежит главная роль в аккумуляции энергии в экосистемах и создании органических веществ. Аккумуляторами являются в основном растительные организмы – *продуценты* или *автотрофы* («являющиеся пищей»). В качестве исходного материала они используют простые неорганические вещества: воду, CO_2 , нитраты и фосфаты. В качестве энергетического материала – солнечный свет либо энергию химических реакций, т.е. подразделяются на фото- и хемоавтотрофы.

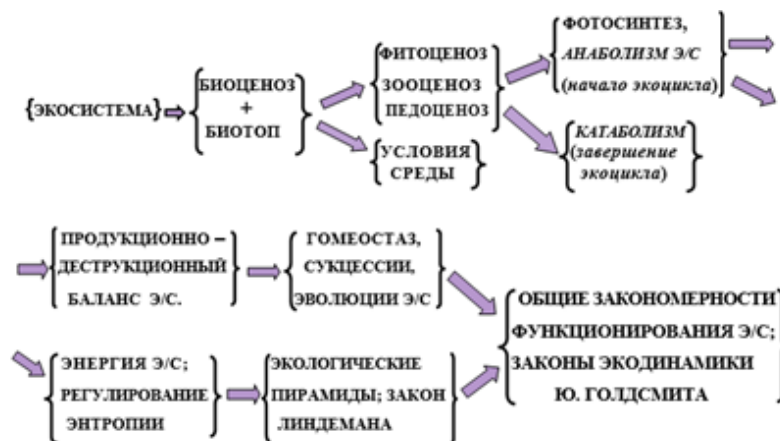


Рис. 1. Структурная схема стадий формирования представлений о закономерностях организации и функционирования экосистем.

Главная роль в этом принадлежит фитоценозам, т.е. растениям. Поглотителями вырабатываемой пищи являются многочисленные виды гетеротрофов. Дальнейшие этапы становления экосистем происходят за счет движения потоков вещества и энергии по трофическим цепям (структурам) со своими специфическими особенностями. Их проявление связано с колебаниями продукционно-деструкционного баланса, с формированием гомеостаза (устойчивости) или соответствующих сукцессий и обратимых изменений при

устойчивой (сохраняемой) структуре экосистем, либо эволюций, уже при необратимых (например, при разрушающих структуру воздействиях) изменениях [1].

И все нюансы данных этапов жизненного цикла экосистем на основе законов экодинамики приводят в итоге к созданию глобальной среды обитания – биосферы. Основу ее существования и обеспечение устойчивости составляет комплекс взаимосвязанных *структурированных* и *автоматизированных* процессов, которые в таком же системном качестве и должны восприниматься аудиторией [2–5].

II. Аналогичные вопросы возникают и при изучении одного из важнейших разделов дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» – электробезопасности. Структурные особенности основных систем электрозащиты определяют возможности их применения. Главные различия заключаются в том, что при *защитном заземлении* в электроустановках до 1 кВ полностью отсутствуют технические средства активного контроля аварийной ситуации, а при *защитном занулении* под контролем автоматических выключателей остаются лишь сверхтоки. Таким образом, токи утечки менее номинального (I_n) также остаются бесконтрольными, а опасности возгораний, травм, ущерба имуществу, а также угрозы жизни людей в целом сохраняются. Для преодоления данных недостатков в обоих случаях требуются дополнительные средства защиты. И наиболее совершенной защитой в электроустановках до 1 кВ стал способ *защитного отключения* уже с полным контролем всего диапазона изменений значений силы тока от $6 \div 10$ мА до 10 кА.

В подобной ситуации общим условием успешности освоения учебного материала является обеспечение результативного целостного восприятия основных особенностей изучаемых процессов и их типов на основе структурной оценки (иерархии) влияния *определяющих факторов*. Обозначенное комплексное условие неслучайно, поскольку только лишь при четко представляемых приоритетах влияния и последовательности их действия в изучаемых процессах появляется возможность обеспечить результативное восприятие изучаемого материала и применение полученных знаний, будь то для выполнения курсовых заданий по экологии или обоснования выбора и координации электрозащитных устройств в электроустановке.

III. Отмеченные требования подачи учебного материала должны учитывать также и *специфику системного функционирования внутреннего познавательного процесса у обучающихся*. Поэтому особую актуальность приобретает согласование состава учебного материала, особенностей его подачи с обязательным выстраиванием обратной связи, осуществляемой в виде индивидуальных проработок и их оценок.

Значение подобного согласования заключается в обеспечении эффективного формирования внутреннего индивидуального восприятия изучаемого материала. Объясняется это тем, что когнитивный процесс является системным. Использование структурно неподготовленного материала или материала без встроенного контроля усвоения значительно снижает качество изучения, поскольку при этом разрывается функциональная целостность сформированных представлений.

Поэтому качество *исходного* учебного материала, транслируемого в аудитории и степень его усвоения являются *важнейшими вопросами обеспечения эффективности обучения*. Основные затруднения связаны прежде всего с недостаточной *логической структурированностью* исходного материала и трудностями полноценного учета особенностей функционирования *внутренних познавательных процессов* слушателей. В первом случае

должно обеспечиваться структурно-логическое построение учебного курса, включая как его общую компоновку и последовательность рассмотрения разделов, так и структуризацию их содержания и в теории, и в практической части. Причина *второго* затруднения заключается в том, что представления о внутренних особенностях нашего познания определяются известной в психологии, но при этом достаточно *свернутой* и *одноуровневой* (плоской) схемой их осуществления в следующей последовательности [6]:

Ощущение → Восприятие → Память → Представление (Воображение) → Мышление.

При этом недостаточно учитывается *мера включения* и *роль каждого* из процессов и их составляющих при усвоении изучаемого материала в целом, а также специфика их взаимосвязи на уровне предметного проявления. В то же время, сбой функционирования какого-либо из них, как и в любом последовательном процессе лимитирует в той же степени и конечный результат обучения.

Преобладающая изолированность проявления внутренних когнитивных процессов и наличие в учебном материале свернутых положений (по умолчанию) является основной причиной потери какой-то части исходной информации для принятия решений и целостности в восприятии изучаемого процесса. Это особенно проявляется, например, при анализе условий выполняемых заданий, в которых обязательно отсутствует в явном виде какая-то часть, что становится непреодолимым когнитивным препятствием, снижающим общую результативность учебной деятельности.

IV. Известно, что из всех перечисленных процессов лишь процесс *восприятия* на основе первичных *ощущений* отдельных свойств изучаемого объекта позволяет слушателю сформировать его собственный внутренний образ. И от того, насколько они соответствуют друг другу, определяется потенциал итогового результата обучения. В целом организацию и взаимодействие внутренних познавательных процессов человека можно представить в следующем виде (рис. 2) [6].



Рис. 2. Схема организации и взаимодействия внутренних познавательных процессов [6].

Сформированный *восприятием* целостный (структурный) образ объекта трансформируется в соответствующее *представление*, контролируется *мышлением* и заносится в *память*. Далее это позволяет формировать новый уровень *ощущений* уже более глубокого содержания. Речь идет о заложенной в данную схему возможности обеспечения цикличности, непрерывности сбалансированности процесса обучения, а *восприятие* по

своей функциональной сущности является *основной информационного обеспечения* всего познавательного процесса [6].

Кроме этого, при освоении учебного материала также необходим учет стадий формирования восприятия в аудитории, которые имеют 4 последовательных шага (рис. 3). Игнорирование какого-либо из них не позволит достичь требуемого уровня его освоения [7]. Поэтому *восприятие* учебного материала и его уровень (в предметном определении) можно сформулировать следующим образом.

Восприятие учебного материала – это понимание и способность обучаемого *определять*:

- а) *тематическую принадлежность рассматриваемого материала, его структуру и параметры*;
- б) *вид (тип) заданий и возможности применения теории*;
- в) *состав и последовательность необходимых действий по их выполнению* [6].



Рис. 3. Стадии формирования восприятия учебного материала [6].

Известно, что качество формирующихся знаний зависит от многих факторов и при этом значительно дифференцируется в аудитории. Поэтому помимо качества исходного материала и его трансляции, необходимо обеспечить функционирование механизма обратной связи с оценкой не только того, что *воспринимается*, но и *уровня восприятия*. Последнее относится как к изучению теории, так и к её использованию. В тех случаях, когда изучение теории закрепляется выполнением практических заданий, схему усвоения материала можно представить в следующем виде (рис. 4).

В тех случаях, когда организация полноценных и, главное, репрезентативных практических занятий невозможна, формирование восприятия учебного материала, необходи-

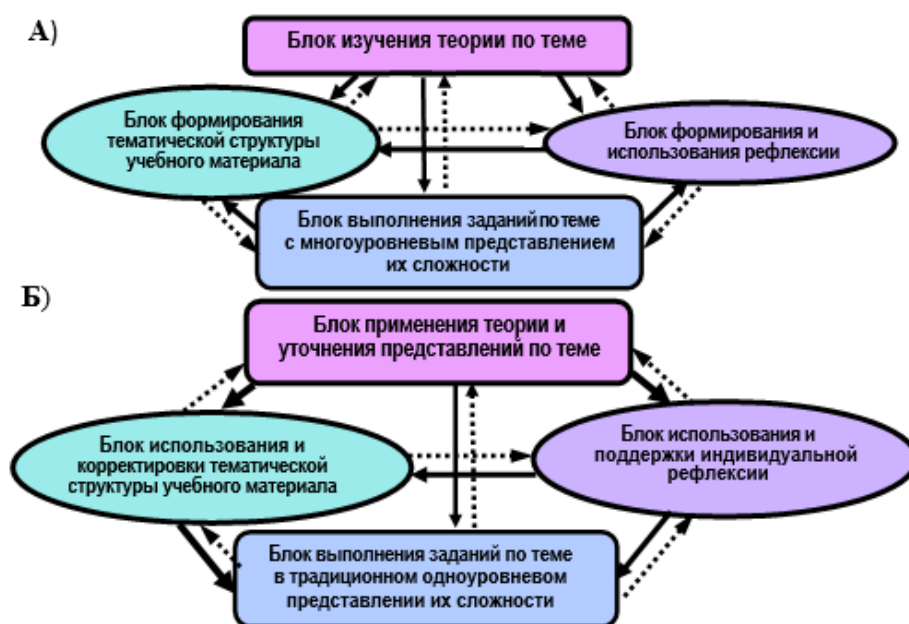


Рис. 4. Схемы обучающего (А) и закрепляющего (Б) этапов при работе с практическим материалом (сплошные линии – основные информационные потоки, пунктирные линии – вспомогательные информационные потоки) [6].

мое для выполнения различных заданий, следует основывать на принципе обязательной достаточности структурного обоснования и соответствующего раскрытия содержания всех задействованных стадий рассматриваемых процессов.

V. Сказанному выше соответствует приведенный пример учета стадий формирования представлений о закономерностях функционирования экосистем при анализе их функциональности (рис. 1). Это позволяет оценить все действующие факторы и приоритеты их проявления в анализируемом комплексе условий среды, а также все виды, и количество задействованных при этом организмов, и вещественно-энергетическое обеспечение происходящих процессов.

При подобном подходе и соответствующем системном анализе удастся выявлять не только всю картину происходящего, но и ориентироваться в случае неблагоприятных воздействий в причинах возникновения напряжений и кризисных явлений, как в отдельных экосистемах, так и в экологической среде в целом.

Объясняется это тем, что становится очевидным выявление адреса, характера и степени отрицательного воздействия на факторы, обеспечивающие устойчивость функционирования экосистем. И если при этом уровень угнетенности от действия вредного фактора не превышает критического значения, то после его прекращения изменение состояния биоценоза будет обратимым и экосистема сможет восстановиться. Но при превышении этого уровня, которое является разрушительным для структуры экосистемы, изменение её состояния будет уже необратимым и, как правило, деградирующим.

Подобные неблагоприятные эффекты вплоть до их крайне опасных проявлений и касающихся каждого из нас в повседневной практике в рабочей и бытовой обстановке, могут происходить также и в используемых электросетях. Причины этого связаны с недостаточным учетом и согласованием требований по безопасности на всех структур-

ных уровнях организации электроустановок, а также при ошибочной оценке качества и, соответственно, необоснованном выборе защитного оборудования и значений их индивидуальных характеристик. Последнее стало возможным в связи с расширением нормативного допуска к эксплуатации электрозащитных устройств ограниченного применения на общих основаниях [7]. Кроме этого для исключения нарушений эксплуатации электрозащитного оборудования должно быть обеспечено согласование состава электрозащитных устройств и координация их характеристик. На практике это способствует значительному увеличению количества аварий в электросетях, что сопровождается более чем порядковым ростом в том числе и массовых человеческих жертв, а также и размеров материальных ущербов.

Проиллюстрировать необходимость учета основополагающих положений обеспечения электробезопасности можно на примере представления в аудитории наиболее распространенной системы *защитного отключения* (в сетях до 1 кВ) с особенностями выбора параметров защитных устройств электроустановки и правилами их координации в этом случае.

В данной системе сочетание автоматических выключателей (АВ) и устройств защитного отключения (УЗО) составляет эффективную основу способа защиты электросетей с напряжением до 1 кВ. В общем случае электроустановка защищается одним или несколькими устройствами автоматического отключения в случае появления как сверхтоков (перегрузки, короткие замыкания), так и недопустимых (по величине и продолжительности прохождения) сравнительно малых токов утечки. *Защитное отключение* в обязательном порядке обеспечивается присутствием заземления на каждом объекте электроустановки – с добавлением РЕ-проводника, т.е. 3-го провода в однофазном случае и 5-го в трехфазном случае (рис. 5, 6).

Как уже отмечалось, устройства защиты выбираются с учетом параметров потребляемой энергии, ожидаемых токов короткого замыкания (КЗ), характеристик нагрузки и особенностей проводной сети.

Нормами ГОСТ Р 50571.5.53–2013 (на основе международного стандарта МЭК 364-5-53) определены общие требования к низковольтным устройствам, в том числе к выбору и монтажу аппаратов защиты от сверхтоков (АВ) и УЗО, а также координации их индивидуальных параметров.

Перечень требований к параметрам защиты хотя и достаточно внушителен, но при их структурировании на основе учета особенностей функционирования электроустановок и требований их приоритетов, понимание становится вполне достижимым. Для этого в пределах учебного курса достаточно более подробно остановиться на структурных аспектах обоснования выбора и параметров устройств электрозащиты и их координации в бытовых и рабочих условиях. Они заключаются в следующем:

- прежде всего, рассчитывается защита от *сверхтока* с помощью АВ. В зависимости от рассчитанной нагрузки и типа сети (одно- или трехфазной) определяются следующие параметры устройства. Это номинальное напряжение ($U_n = 220 \text{ В}$ и 380 В) и токи нагрузки ($I_n - 6, 10, 16, 25, 40, 63, 80, 100, 125 \text{ А}$ и др.) на всех группах и уровнях сети [5, 7].

- далее определяются уровни возможного значения возникающих в цепи КЗ и их гарантированное отключение. В соответствии с этим осуществляется выбор отключающей способности ($I_{сп}$) до 10000 А, до 6000 А, до 4500 А, до 3000 А. По данным международной

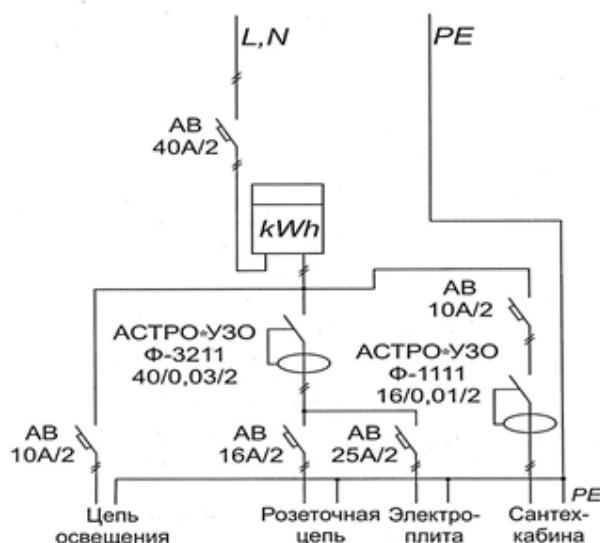



Рис. 5. Схема электроснабжения и защиты квартиры с системой TN-S (нулевой защитный и нулевой рабочий проводники полностью разделены).

и отечественной практики предпочтительны два первых уровня – устройства со значениями $I_{\text{сп}} = 4500 \text{ А}$ и 3000 А следует использовать лишь на отдельных потребителях с небольшой нагрузкой.

– следующая характеристика автоматических выключателей связана с их распределением в электроустановке на основе учета их возможностей по токам мгновенного отключения с кратностью отключаемых сверхтоков от $(3-5) I_n$ (тип В), $(5-10) I_n$ (тип С), $(10-20) I_n$ (тип D). На потребителях 1-го уровня для контроля и защиты отдельных электрических цепей используются автоматы типа В. При усложнении электроустановки (уже на группах отдельных цепей) следует использовать тип С, а при дальнейшем усложнении электросети наступает необходимость установки автоматов типа D [8, 9].

– далее учитывается показатель **токоограничения** автоматических выключателей (АВ), определяющий количество энергии, которую устройство пропускает через себя без вреда до момента отключения тока короткого замыкания (КЗ). По показателю токоограничения наиболее совершенные автоматические выключатели относятся к 3 классу, что означает минимум 3-кратное ограничение энергии КЗ, попадающее в цепь до его отключения по сравнению с обычными устройствами. Это, соответственно, уменьшает тепловые и ударные нагрузки на электроустановку, поскольку возникающая дуга гасится в этом случае за полпериода промышленной частоты, что почти в 10 раз быстрее, чем у АВ без токоограничения.

В итоге, например, АВ с номинальной отключающей способностью до 6000 А и 3-м классом ограничения энергии КЗ маркируются соответствующим знаком . Кроме этого на панели указываются номинальные значения напряжения и силы тока, а также тип автомата (В, С или D).

VI. Координация УЗО с автоматическим выключателем осуществляется на следующих принципах.

1. Значение номинального напряжения УЗО (U_n) равно номинальному напряжению АВ. Номинальный ток (I_n) УЗО для его защиты от некрatных перегрузок (до 50%) вы-

бирается на одну ступень (по шкале номинальных токов) выше. Например, если I_n для АВ равен 10 А, то для УЗО он должен быть 16 А (в цепи сантехники), а при I_n для АВ до 25 А в остальных цепях УЗО берется с $I_n = 40$ А. Аналогичная ситуация и в случае более сложного варианта координации защитных устройств в электроустановке с трехфазным вводом (рис. 6). Одна деталь – вводной автомат (АВ) имеет тот же номинальный ток, что и УЗО, но в данном случае защиту устройства осуществляют автоматические выключатели цепей 1-го порядка с I_n от 6 до 16 А на первых двух фазных ($L1$ и $L2$) проводниках и 32 А на третьем ($L3$).

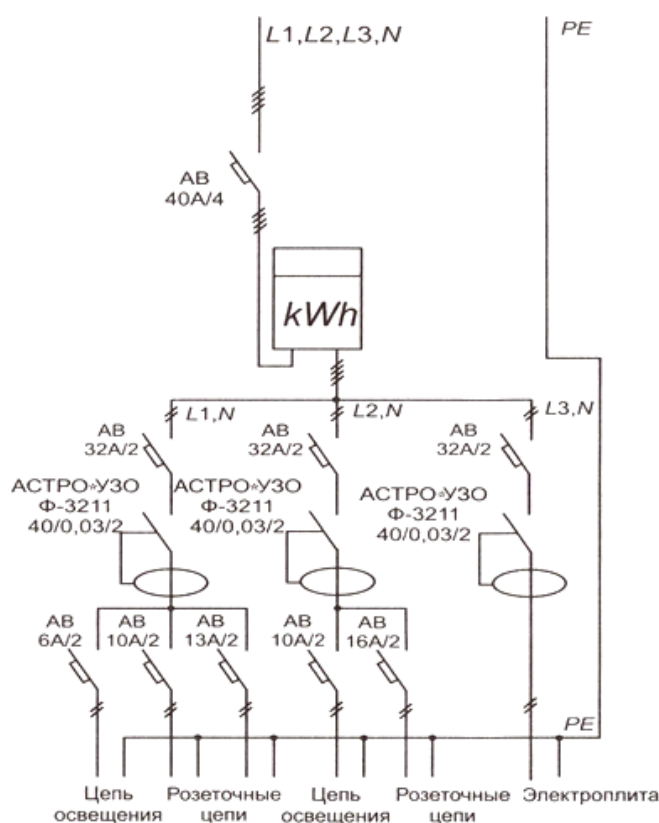


Рис. 6. Схема электроснабжения и защиты помещения с системой TN-S и трехфазным вводом.

2. Должна быть определена уставка УЗО на основе расчета уровня тока утечки в цепи (сети).

Номинальный отключающий дифференциальный ток УЗО (уставка) $I_{\Delta n}$ должен не менее чем в три раза превышать суммарный ток утечки защищаемой цепи электроустановки – I_{Δ} :

$$I_{\Delta n} \geq 3I_{\Delta}.$$

Суммарный ток утечки электроустановки замеряется специальными приборами, либо определяется расчетным путем. При отсутствии фактических (замеренных) значений тока утечки в электроустановке ПУЭ (п. 7.1.83) предписывают принимать ток утечки электроприемников из расчета – 0,4 мА на 1 А тока нагрузки, а ток утечки цепи из расчета – 10 мкА на 1 м длины линейного проводника.

В практике выбора токовых уставок также следует учитывать специфику и сложность электроустановок. Для этого принята шкала со значениями 6, 10, 30, 100, 300, 500 мА. В случае повышенных требований по электробезопасности применяют УЗО с уставками, начиная с 6 мА и 10 мА (повышенная влажность, ионизированная среда и т.д.), а при их отсутствии с 30 мА (для отдельных потребителей) и выше (для групповых потребителей).

Кроме этого при радиальных (многоуровневых) схемах электроснабжения необходимо обеспечивать и селективность (структурность) их работы, чтобы избежать ложных срабатываний на тех ступенях защиты, где нарушений нет. Это достигается применением так называемых селективных УЗО с задержкой срабатывания, что дает возможность проинформировать отключение лишь на поврежденных участках сложных электросетей.

3. Номинальная включающая и отключающая (коммутационная) способность ($I_m = 500$ А или 1500 А) устройства выбирается с учетом сложности электроустановки и возможного уровня утечки при коротком замыкании на землю (КЗ внутри цепи контролируются автоматическими выключателями). Для более сложных (групповых) сетей предпочтительны устройства с $I_m = 1500$ А.

4. Условный ток короткого замыкания I_{nc} для УЗО должен быть со значением не ниже отключающей способности автоматического выключателя $I_{сп}$. Поскольку величина отключающей способности АВ нормируется (рассчитывается), то большие значения условного тока КЗ для УЗО допускаются. Например, при $I_{сп} = 6000$ А возможна установка УЗО как с $I_{nc} = 6$ кА, так и с $I_{nc} = 10$ кА.

Заключение

В заключении следует отметить, что предлагаемый структурно-логический подход изучения предметов с отсутствием полноценных практик на примере курсов «Инженерная экология» и «Безопасность жизнедеятельности» показал достаточную высокую эффективность. Так, на полноценное выполнение любого задания было достаточно 1–2 итераций для осознания студентом всей сути работы и приведение его в надлежащий вид. При рассмотрении вопросов электробезопасности обеспечивалось понимание аудитории сущности выстраивания эффективной защиты электросетей. Подобные результаты наблюдались и при изучении курса «Радиотехнические системы», в основу которого был взят аналогичный структурно-логический принцип обучения [10], ускоряющий усвоение учебного материала. В пользу предлагаемого подхода говорят также многочисленные примеры самостоятельной оценки студентами качества электрозащитных устройств на рабочих местах, в домашних электроустановках и их корректировки.

Литература:

1. Цветкова Л.И., Алексеев М.И., Кармазинов Ф.В. и [и др.] Экология: учеб. для вузов; под ред. Л.И. Цветковой. М.: Изд-во АСВ; СПб.: Химиздат, 2001. 552 с. ISBN 5-93093-096-1.
2. Столяренко Л.Д. Основы психологии. Издание 3-е, переработанное и дополненное. Серия «Учебники, учебные пособия». Ростов-на-Дону: «Феникс», 2000. 672 с.
3. Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества. Серия: Классический университетский учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. 624 с. ISBN 5-211-05059-2.
4. Тимофеев-Ресовский Н.В. Структурные уровни биологических структур. В кн.: Системный подход в экологии. Системные исследования АН СССР. Институт истории естествознания и техники. М., 1970. С. 80-136.

5. Михайлов В.М. О необходимости и методических возможностях обеспечения результативности восприятия учебного материала. *Вестник Вятского государственного гуманитарного университета*. 2014;11:222-233.
6. Михайлов В.М., Путилина Н.В. Восприятие учебного материала как основа информационного обеспечения образовательного процесса. *Вестник Московского университета. Сер. 20. Педагогическое образование*. 2015;3:114-127.
7. Монаков В.К., Кудрявцев Д.Ю. *Электробезопасность: Теория и практика*. М.: Инфра-Инженерия, 2017. 184 с. ISBN 978-5-9729-0188-3
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Глава 7.1. Электроустановки жилых, общественных, административных и бытовых зданий. 2017. 500 с. <http://pue7.ru/pue7/7.1.php>.
9. Аванесов В.М., Ерохин С.В. *Основы электробезопасности в организациях и на предприятиях*. Издание 4-е, переработанное и дополненное. М.: МИЭЭ, 2019. 180 с.
10. Маслина Л.Я., Балагур А.А., Волков С.И. *Радиотехнические системы: невербальное логически структурированное учебное пособие*. М.: МИРЭА, 2010. 79 с. ISBN 978-5-7339-0811-3

References

1. Tsvetkova L.I., Alekseev M.I., Karmazinov F.V., et al. *Ekologiya: ucheb. dlya vuzov* (Ecology: a textbook for universities); L.I. Tsvetkova (Ed.). Moscow: ACB Publishing House, SPb.: Khimizdat, 2001. 552 p. ISBN 5-93093-096-1. (in Russ.).
2. Stolyarenko L.D. *Osnovy psikhologii. Izdanie 3-e, pererabotannoe i dopolnennoe. Seriya «Uchebniki, uchebnye posobiya»* (Basics psychology. Third Edition). Rostov-na-Donu: «Feniks»; 2000. 672 p. (in Russ.).
3. Marfenin N.N. *Ustoichivoe razvitie chelovechestva. Seriya: Klassicheskii universitetskii uchebnik* (Sustainable development of Humanity. Series: Classical University Textbook). Moscow: Publishing House of Moscow State University; 2006. 624 p. (in Russ.). ISBN 5-211-05059-2
4. Timofeev-Resovskii N.V. Structural levels of biological structures. In: *Systematic Approach in Ecology. Systemic research of the USSR Academy of Sciences. Institute of the History of Natural Science and Technology*. Moscow; 1970. P. 80-136 (in Russ.).
5. Mikhailov V.M. On the need to provide opportunities and teaching effectiveness of perception educational material. *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo gumanitarnogo universiteta = Herald of Vyatka State Humanitarian University*. 2014;11:222-233 (in Russ.).
6. Mikhailov V. M., Putilina N.V Teaching material perception as the basis of the information support in the educational process. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 20. Pedagogicheskoe obrazovanie = The Moscow University Bulletin. Series 20. Pedagogical Education*. 2015;3:114-127 (in Russ.).
7. Monakov V.K., Kudryavtsev D.Yu. *Elektrobezopasnost': Teoriya i praktika* (Electrical Safety: Theory and Practice). Moscow: Infra-Inzheneriya; 2017. 184 p. ISBN 978-5-9729-0188-3 (in Russ.).
8. *Pravila ustroystva elektroustanovok (PUE). Razdel 7. Elektrooborudovanie spetsial'nykh ustanovok. Glava 7.1. Elektroustanovki zhilykh, obshchestvennykh, administrativnykh i bytovykh zdaniy* (Rules for the installation of electrical installations (PUE). Section 7. Special electrical equipment installations. Chapter 7.1. Electrical installations for residential, public, administrative and domestic building). 2017. 500 p. <http://pue7.ru/pue7/7.1.php>.
9. Avanesov V.M., Erokhin S.V. *Osnovy elektrobezopasnosti v organizatsiyakh i na predpriyatiyakh* (The basics of electrical safety in organizations and enterprises)/ 4th ed. Moscow: MIEE Publishing House; 2019. 180 p. (in Russ.).
10. Maslina L.Ya., Balagur A.A., Volkov S.I. *Radiotekhnicheskie sistemy: neverbal'noe logicheskii strukturirovannoe uchebnoe posobie* (Radio systems: non-verbal a logically structured tutorial. Moscow: MIREA Publishing House; 2010. 79 p. ISBN 978-5-7339-0811-3.

Об авторе:

Михайлов Валерий Михайлович, кандидат географических наук, доцент кафедры инженерной экологии техносферы Института радиотехнических и телекоммуникационных систем ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (119454, Россия, Москва, пр-т Вернадского, д. 78).

About the author:

Valery M. Mikhailov, Cand. Sci. (Geography), Associate Professor, Department of Environmental Engineering Technosphere, Institute Radio Engineering and Telecommunication Systems, MIREA – Russian Technological University (78, Vernadskogo pr., Moscow 119454, Russia).

Поступила: 11.03.2019; Получена после доработки: 26.02.2020; Принята к опубликованию: 22.06.2020.