

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Саратовский государственный аграрный университет  
имени Н.И. Вавилова»

**ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ И ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЕ  
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

Краткий курс лекций

Направление подготовки  
**35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое  
оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве**

Профиль подготовки  
**Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве**

Саратов 2014

УДК 631.371.621.311.  
ББК 40.76

Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, профиль подготовки «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» / К.М.Усанов, Т.В. Улыбина // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2014.- 97 с.

ISBN ...

Краткий курс лекций по дисциплине «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» предназначен для аспирантов направления подготовки 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве, профиль подготовки «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам дисциплины. Представлены методы расчёта, выбора и применения современного электротехнологического оборудования в сельскохозяйственном производстве. Материал ориентирован на вопросы профессиональных компетенций будущих специалистов сельского хозяйства.

УДК. 631.371.621.311.  
ББК 40.76

ISBN ...

© Усанов К.М., Улыбина Т.В., 2014  
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

## Введение

В сельскохозяйственном производстве объектами электротехнологической обработки являются продукты всех отраслей растениеводства и животноводства, корма, животные и растения, почва, газовые среды в животноводческих помещениях и хранилищах.

Все эти объекты отличаются высокой степенью организации, сложностью физиологических и биологических процессов, узким диапазоном допустимых значений параметров внешних воздействий, большим временным интервалом между возмущающим воздействием и результатом воздействия, сложным составом электролитов.

Краткий курс лекций по дисциплине «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» предназначен для аспирантов по направлению подготовки 35.06.04 - Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском и рыбном хозяйстве по специальности «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве».

Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам дисциплины. Представлены методы расчёта, выбора и применения современного электротехнологического оборудования в сельскохозяйственном производстве. Материал ориентирован на вопросы профессиональных компетенций будущих специалистов сельского хозяйства.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- знать типовые методики проектирования узлов технологических установок; технические условия разработки проектной документации на технологические установки; основные источники научно-технической информации и современные достижения науки в области инновационных электротехнологий; проблемы создания инновационных электротехнологий для сельского хозяйства;

- уметь проводить предварительное техническое обоснование проектных решений; обосновывать и выбирать методики эксплуатации электрического оборудования; осуществлять поиск, анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые варианты реализации инновационных электротехнологий; ориентироваться в задачах и возникающих проблемах разработки, исследования и эксплуатации электротехнологических установок;

- владеть навыками разработки проектной документации и определения ее соответствия техническим условиям и другим нормативным документам; приемами проектирования на основе системного подхода; методиками организации научно-исследовательских работ.

## Лекция 1

### ЭНЕРГОРЕСУРСЫ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

#### 1.1 Классификация энергоресурсов

Использование энергоресурсов не всегда возможно или связано с большими затратами на разработку, транспортировку этих ресурсов, на охрану труда и окружающей среды. К первой группе следует отнести запасы органического топлива, ядерной энергии деления. К этой группе некоторые специалисты относят также и геотермальную энергию.

Возобновляющаяся энергия: падающая на поверхность Земли солнечная энергия; геофизическая энергия (ветра, рек, морских приливов и отливов); энергия биомассы – это древесина, отходы растениеводства, отходы животноводства, хозфекальные стоки.

Из возобновляемых источников энергии наибольшее развитие получила гидроэнергетика, до 9 % от общей выработки электроэнергии. Пока возможный технически гидроэнергетический потенциал используется в мировой практике примерно на 10 % из общего мирового потенциала в 7 млрд т у. т./год. Общий вклад в современное энергопроизводство таких источников энергии, как солнечная, ветровая, приливная, очень мал и не превышает 0,1 %.

Достаточно перспективно использование энергии биомассы. Это в первую очередь дрова. По разным оценкам, в год на Земле в энергетических целях сжигается дров до 1,5 млрд т у. т. А общий энергетический потенциал биомассы оценивается в 5,5 млрд т у. т./год. В ряде стран (Китай, США, Индия) для освоения энергии биомассы широко используют биогазовые установки для получения искусственного горючего газа. Подобные установки имеются и в нашей стране, которые также производят высокоэффективные удобрения. Считается, что в российском животноводстве и птицеводстве в год образуется около 150 млн. т органических отходов. При их переработке в биогазовых установках можно ежегодно получать дополнительно 95 млн. т у. т., что эквивалентно 190 млрд. кВт•ч электроэнергии. Этой энергии достаточно, чтобы обеспечить электроэнергией весь агрокомплекс России. Плюс к тому – полученные в биореакторах более 100 млн. т высокоэффективных удобрений (без следов нитритов и нитратов, болезнетворной микрофлоры и даже семян сорняков). Следует отметить, что темпы освоения возобновляемых источников энергии в нашей стране чрезвычайно низки. В настоящее время мировое потребление невозобновляемых энергоресурсов в год составляет, по разным данным, 12–15 млрд т у. т., из них более 50 % – нефть и газ. Из разведанных и легко добываемых запасов органического топлива на Земле можно назвать следующие объемы (в млрд т у. т.): уголь (включая бурый) – 800; нефть – 90; газ – 85; торф – 5. Неравномерное распределение запасов органического топлива служит основанием для возникновения всякого рода чрезвычайных ситуаций и кризисов.

#### 1.1.1 Невозобновляемые источники энергии

Уголь. Существуют следующие типы угля: торф, бурый, каменный, битуминозный угли и антрацит. Все они образовались в ходе естественных процессов из различного вида растений и применяются в качестве топлива. Различия между типами определяются разным содержанием углерода.

Запасы угля на территории России оцениваются в 6 трлн. т (50 % мировых), в том числе каменные угли – 4,7 и бурые угли – 2,1 трлн. т. Теплота сгорания изменяется

от 14,7 МДж/кг (3,5 тыс. ккал/кг) – Канско-ачинские до 29,33 МДж/кг (7 тыс. ккал/кг) – Кузбасские. Ежегодная добыча угля – более 700 млн. т, из них 40 % открытым способом. Мировые запасы угля оцениваются в 9–11 трлн. т условного топлива при добыче более 4,2 млрд т/год. Разведанные запасы составляют 1,2 трлн. т.

В России запасы угля, которые могут добываться открытым способом, превышают 200 млрд т, они в основном сосредоточены на востоке страны. Основные угольные бассейны России – Кузнецкий, Канско-Ачинский, Печорский. Ресурсы коксующихся углей в России составляют 9 % (от 3 % в Ростовской части Донецкой области до 18 % в Печорском бассейне, 33 % – Кузнецк, 60 % – Южно-Якутск).

Мировые запасы торфа составляют около 5 млрд т у. т., Россия в этом смысле достаточно богатая страна.

Нефть. Нефть представляет собой в основном жидкие углеводороды – органические соединения, состоящие только из водорода и углерода. Около 90–95 % нефти по массе составляют водород и углерод, причем 80 % или более по массе – это углерод. Содержание серы и кислорода в нефти может достигать 5 % по массе для каждого элемента.

Мировые запасы нефти оцениваются в 840 млрд. т условного топлива, из них 10 % – достоверные и 90 % – вероятные запасы. Извлекаемые запасы нефти оцениваются в 250–375 млрд. т условного топлива. Прогнозируется рост спроса на нефть 1,5 % в год.

По запасам нефти (20 млрд т) Россия занимает второе место в мире после Саудовской Аравии. Основные нефтяные базы РФ – Западно-Сибирская, Волго-Уральская, а также перспективные Баренцево-Печорская, о. Сахалин и район Прикаспия с большими ресурсами на морском шельфе.

Природный газ. Природный газ – это смесь углеводородов, но в отличие от нефти природный газ может содержать лишь до 65 % углерода по массе: содержание водорода – переменное. Содержание серы, как правило, невелико, а доля азота может быть гораздо выше, достигая 15 %.

Запасы природного газа оцениваются в 300–500 трлн м<sup>3</sup>. Наибольшие запасы имеются в России, Ираке, Саудовской Аравии, Алжире, Ливии, Нигерии, Венесуэле, Мексике, США, Канаде, Австралии, Великобритании, Норвегии, Голландии.

В России находится более 40 % мировых запасов природного газа (более 160 трлн м<sup>3</sup>). Наиболее крупные месторождения в Уренгое, Заполярье. Ежегодно в России добывалось более 650 млрд м<sup>3</sup> природного газа, что составляет более 80 % газа, добываемого в СНГ, и около четверти мировой добычи, однако в последнее время в пяти крупнейших месторождениях газа в Западной Сибири существенно снизилась добыча газа до 580 и затем до 520 млрд м<sup>3</sup> в год.

Атомная энергия. В основе получения электричества на АЭС лежит реакция деления ядер атомов радиоактивного топлива (урана-235 или ядер ряда других тяжелых металлов) при бомбардировке их нейтронами. Суть этой реакции состоит в разделении ядра атома на два сравнительно крупных фрагмента, что сопровождается высвобождением большого количества тепловой энергии и  $\gamma$ -лучей. Крупные фрагменты, или продукты деления, представляют собой атомы, каждый из которых состоит из некоторого числа электронов и части ядра «родительского» атома. Эти осколки обычно радиоактивны и поэтапно распадаются, превращаясь в стабильные атомы и высвобождая энергию излучения на каждом этапе распада.

В ходе деления возникают не только фрагменты ядер, энергия и  $\gamma$ -лучи, но и нейтроны. Когда один из таких нейтронов соударяется с другим ядром урана-235, он может вызвать деление этого ядра. При этом выделяется еще больше энергии,

появляются новые осколки ядер и нейтроны; таким образом, ядерная реакция начинает охватывать все новые и новые ядра, не прерываясь, т. е. становится самоподдерживающейся, или цепной.

Запасы урана в недрах – более 4 млн. т, из них по 50 % достоверные и предполагаемые. Большую перспективу для выработки атомной энергии представляют реакторы на быстрых нейтронах (в России – типа БН). В этих реакторах может использоваться не только обогащенный, но и обедненный уран, в том числе находящийся в отвалах; а плутоний не только сжигается, но и воспроизводится и может быть снова использован в реакторах.

### **1.1.2. Возобновляемые источники энергии**

В связи с истощением энергетических ресурсов во многих странах в качестве резервных рассматриваются все источники энергий, даже если они могут удовлетворить лишь небольшую долю потребностей в энергии.

По прогнозу, к 2020 г. эти источники заменят около 2,5 млрд. т топлива, их доля в производстве электроэнергии и теплоты составит 8 %.

Солнечная энергия. Солнце – источник энергии очень большой мощности. Двадцать два дня солнечного сияния по суммарной мощности, приходящейся на Землю, равны всем запасам органического топлива на Земле. В течение года на земную поверхность поступает солнечное излучение, эквивалентное 178 тыс. ГВт (что примерно в 15 тыс. раз больше энергии, потребляемой человечеством). Однако 30 % этой энергии отражается обратно в космическое пространство, 50 % – поглощается, 20 % – идет на поддержание геологического цикла, 0,06 – расходуется на фотосинтез.

Американские эксперты считают перспективной солнечную термоэнергию, для производства которой используют солнечные рефлекторы, собирающие и концентрирующие тепло и свет.

Энергия ветра. Энергия, полученная при скорости ветра более 5 м/с, используется для выработки электричества. Мировые ресурсы ветроэнергии составляют примерно  $(0,5-5,2) \cdot 10^{15}$  кВт · ч/год. Национальные программы освоения энергии ветра развернуты в Канаде, ФРГ, США, Франции, Швеции и других странах.

Геотермальная энергия. Геотермальные тепловые электростанции используют в качестве источника энергии естественные парогидротермы, залегающие на глубине до 5 км. Геотермальная энергетика развивается достаточно интенсивно в США, на Филиппинах, в Мексике, Италии, Японии и России. Запасы геотермальной энергии составляют 200 ГВт. Геотермальные ресурсы распределены неравномерно, и основная их часть сосредоточена в районе Тихого океана.

В России крупные источники геотермальной энергии расположены экономически невыгодно. Камчатка. Сахалин и Курильские острова отличаются слабой инфраструктурой, высокой сейсмичностью, малонаселенностью, сложным рельефом местности. Общие запасы этого вида энергии в России оцениваются в 2000 МВт.

Основное направление развития геотермальной энергетике – отбор теплоты не только термальных вод, но и водовмещающих горных пород, путем закачки отработанной воды в пласты, преобразование глубинной теплоты в электрическую энергию, что обеспечивает экологическую безопасность ее производства.

Биотопливо. Биотопливо – газообразное топливо (биогаз), которое можно получить из любых органических отходов – навоза, осадка сточных вод, мусора и др. Биогаз представляет собой смесь горючего газа из метана  $\text{CH}_4$  (60–70 %), и негорючего углекислого газа (30–40 %), а также небольшого количества примесей (сероводорода,

водорода, кислорода и азота). Биогаз образуется в результате анаэробного (без доступа воздуха) разложения органики при участии бактерий.

В зависимости от химического состава сырья при сбраживании выделяется от 5 до 15 кубометров газа на кубометр перерабатываемой органики. Обычно процесс идет не до конца, примерно половина веществ остается в аппарате. В результате получается горючий газ с теплотой сгорания 20,95 МДж/м<sup>3</sup> (5000 ккал/м<sup>3</sup>). Его можно сжигать для отопления домов, сушки зерна, использовать в качестве горючего для автомобилей, тракторов и стационарных двигателей внутреннего сгорания. Кроме того, остаток брожения можно брикетировать и использовать как твердое топливо либо в качестве удобрения, причем последнее с экологической точки зрения более предпочтительно.

Для производства электрической и тепловой энергии в лесоперерабатывающей промышленности широко применяется биомасса – энергоносители растительного происхождения, образуемые в процессе фотосинтеза. Содержание серы в биомассе составляет менее 0,1 %, зольность – 3–5 % (в угле эти показатели равны 2–3 % и 10–15 % соответственно). Если производство биомассы соизмеримо с ее сжиганием, то содержание углекислого газа в атмосфере остается неизменным. Наиболее оптимальный способ использования биомассы – ее газификация с последующим срабатыванием в газовых турбинах.

Турбогенераторы, работающие на продуктах газификации биомассы, могут успешно конкурировать с традиционными тепловыми, ядерными и другими энергоустановками. Наиболее перспективными областями применения уже в ближайшем будущем могут стать отрасли экономики, в которых скапливаются большие объемы биомассы (в частности, сахарные и винокуренные заводы, перерабатывающие сахарный тростник). Так, в Бразилии при использовании биомассы с винокуренных предприятий образуется столь значительный избыток электроэнергии, что ее реализация делает спирт дешевле нефти. Только из сахарного тростника может быть произведено 50 % энергии, которая вырабатывается сейчас в 80 развивающихся странах, где выращивают эту культуру.

Использование биомассы США позволит заменить нефть, расходуемую сейчас в качестве горючего для легковых автомобилей, а также уголь, сжигаемый для производства электричества. При этом количество выбросов углекислого газа сократится наполовину.

Ежегодный объем органических отходов (биомассы) в СНГ составляет 500 млн.т. Их переработка позволит получить до 150 млн.т условного топлива в год: за счет производства биогаза (120 млрд м<sup>3</sup>) – 100–110 млн.т, этанола – 30–40 млн.т.

Окупаемость современных технологий производства биогаза из отходов, по оценкам специалистов, составляет от 3 до 5 лет. За счет использования биогаза в 2000 г. можно получить годовую экономию органического топлива 6 млн т, а к 2010 г. – в 3 раза больше.

Синтетическое топливо. Синтетическое топливо, по мнению американских ученых, может стать важным источником энергии уже в XXI веке. Специалисты обращают внимание на метанол, отличающийся простотой транспортировки и меньшим, чем бензин, уровнем местного загрязнения окружающей среды (если метанол производится на основе природного газа). Однако в продуктах сгорания метанола, синтезированного из угля, содержится в два раза больше углекислого газа, чем его выделяется при сжигании бензина. Выход может быть найден на пути синтеза метанола при газификации древесной биомассы. Альтернативой метанолу считается этанол, получаемый при ферментации из биомассы сахара (исходные продукты:

сахарный тростник, кукуруза и др.). Пока технология производства этанола достаточно дорогостояща, но использование энзимов может снизить стоимость ферментации и сделать его конкурентоспособным с бензином.

Гидроэнергия. Водные ресурсы Земли составляют океаны, моря, ледники, озера, реки, пары в атмосфере. Общий объем водных ресурсов около 1,5 млрд км<sup>3</sup>, из них более 90 % – воды морей и океанов. На реки приходится незначительная часть гидросферы Земли. В каждый момент времени в реках течет в среднем всего 1200 км<sup>3</sup> воды, а среднегодовой сток рек земного шара составляет 38 тыс. км<sup>3</sup>, в том числе на Европу приходится около 3 тыс. км<sup>3</sup>, на Азию – около 13 тыс. км<sup>3</sup>. Годовой речной сток России составляет 4,17 тыс. км<sup>3</sup>, т. е. 11 % общемирового.

По степени освоения экономически эффективных гидроэнергетических ресурсов Россия значительно уступает таким экономически развитым странам, как США и Канада, где степень их освоения составляет 50–55 %; в европейских странах и в Японии – 60–80 %. Принцип выработки гидроэнергии основан на использовании энергии падающей воды, которая вращает турбину, связанную с гидрогенератором. При производстве электроэнергии этим способом не используются природные ресурсы недр, которые являются исчерпаемыми и невозобновимыми, и отсутствуют загрязняющие выбросы в окружающую среду. Однако нельзя сказать, что он абсолютно экологически безвреден. Это связано с тем, что строительство ГЭС приводит к изменению рельефа Земли, структуры снабжения почвы водой, затоплению больших территорий. Поэтому при нерациональном подходе, т. е. без учета рельефа местности, возможных вредных последствий на данную природную среду, существует риск экологической катастрофы.

Океаны содержат потенциальную энергию в виде тепла, течений, волн и приливов. Технический энергопотенциал приливов оценивается в 780 млн. Вт. В Канаде эксплуатируется приливная станция мощностью 20 МВт (Аннаполис). В России имеется небольшая станция в районе Мурманска. Потенциальная выработка приливных электростанций в США оценивается в 350 млрд кВт·ч, во Франции – в 40 млрд кВт·ч в год.

Отметим, что электроэнергия, произведенная на гидроэлектростанциях, имеет самую низкую себестоимость – около 0,5 центов США за кВт·ч. Поэтому в Сибири получается самая дешевая (за счет большой мощности гидроэлектростанций) электроэнергия. Себестоимость тепловых электростанций – около 1,2 цента за кВт·ч. Однако следует учесть, что при работе ТЭЦ в зимнее время электроэнергия фактически является бесплатной. Наибольшую стоимость пока имеет электроэнергия от возобновляемых источников – до 3–5 центов за кВт·ч. Средняя себестоимость электроэнергии в России – около 1 цента/кВт·ч. На Западе эта себестоимость примерно в два раза выше.

## **НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ПОЛИТИКИ**

### **1.2 Основные понятия и определения**

Согласно Гражданскому кодексу вся продукция должна оцениваться в соответствующем количестве и качестве:

1. Надо оценивать не качество электрической энергии вообще, а качество определенного количества, например, 1000 кВт·ч – как нештучной продукции. Отсюда должно получиться и время измерения качества ЭЭ – длина интервала осреднения, – время, за которое абонент получит указанные 1000 кВт·ч. Хотя, конечно, надо

учитывать, что бытовой абонент потребляет это количество электроэнергии почти за год, а крупное промышленное предприятие – за считанные минуты. Однако по государственному стандарту оценка качества электроэнергии, ее сертификация производится по календарному времени – дней в одной точке контроля, без учета, какое количество электроэнергии прошло через эту точку.

2. Для оценки качества электроэнергии как нештучной продукции необходимо применять термины «проба», «объем пробы», «разовая проба» и «период отбора» (Бюджетный кодекс). Контроль по качественному признаку. Единицы продукции могут разделяться на несколько групп качества. Определение энергетического ресурса как носителя энергии принято в действующем Законе РФ «Об энергосбережении» (Административный кодекс).

Отметим, что энергоноситель – это материальное тело, вещество, а энергоресурс – величина энергии в данном энергоносителе. Соответственно у них будут разные единицы измерения – килограммы, литры и т. д. для энергоносителя и калории, ватты, джоули – для энергоресурса. Также должны применяться разные методы и технические средства контроля количества и качества.

В основе всей энергетики находятся постоянные превращения различных видов энергоносителей и энергоресурсов и в основе каждого энергетического обследования находится анализ балансов.

Необходимо считать, что на источниках энергии, например, электрических станциях, одновременно происходят следующие процессы:

- преобразование энергоносителей;
- передача запасенной в них энергии от одного энергоносителя в другой;
- отбор энергии одного энергоносителя;
- повышение качества энергии.

Преобразование энергоносителей и энергоресурсов происходит в виде изменения:

входного горючего материального вещества (уголь, нефть, горючий газ и т. д.) в выходные негорючие материальные вещества (зола, негорючий газ), но высокой температуры, в результате чего они могут быть использованы как вторичные источники энергии;

входных негорючих энергоносителей в выходные негорючие. На тепловых электростанциях на входе холодная вода, а на выходе – пар, горячая вода;

отбор энергии от одного вида энергоносителя – воды на ГЭС на входе и выходе с разным запасом энергии;

на тепловых электростанциях на входе может быть еще один энергоноситель – возвращенный от потребителя конденсат с температурой выше температуры входной подпиточной воды. Аналогичные процессы происходят и у потребителей энергии.

Повышение качества энергии на электростанциях производится в повышающих трансформаторах и выражается, в данном случае, в увеличении способности ее передачи на дальние расстояния с минимальными издержками – потерями.

### **1.3 Должностные обязанности эксплуатационного персонала**

Вопросы энергосбережения в целом и, например, учета электроэнергии, выполняемые каждым конкретным должностным лицом, необходимо привести в его должностной инструкции, находящейся на его рабочем месте. Правовое обеспечение на уровне одного исполнителя можно разобрать на следующем примере. В Правилах технической эксплуатации говорится:

□ «п. 1.7.2. На каждом энергообъекте, в производственных службах АО-энерго должен быть установлен перечень необходимых инструкций, положений, технологических и оперативных схем для каждого цеха, подстанции, района, участка лаборатории и службы. Перечень утверждается техническим руководителем энергообъекта (АО-энерго)».

□ « п. 1.7.10. В должностных инструкциях по каждому рабочему месту должны быть указаны: перечень инструкций по обслуживанию оборудования, схем оборудования и устройств, знание которых обязательно для каждой должности; права, обязанности и ответственность работника; взаимоотношения с вышестоящим, подчиненным и другим, связанным по работе персоналом».

Аналогичные требования записаны и в Правилах эксплуатации электроустановок потребителей.

Одной из важнейших составляющих энергетического баланса энергосистемы является величина потребления энергоресурсов, которая определяется по поступлению денежных средств за физически потребленную электрическую или тепловую энергию.

Существующие системы автоматизированного коммерческого учета электроэнергии или тепловой энергии на электростанциях могут предоставить значение выработанной электрической и тепловой энергии с точностью до 2–3 мин в конце отчетного календарного месяца. Однако учет потребленной электро- и теплоэнергии с такой точностью по ряду объективных причин не выполняется.

#### **1.4 Энергоаудиторские организации и эксперты**

По результатам проведения энергетических обследований (энергоаудита) подготавливают следующие документы: отчет о проведенном обследовании, энергетический паспорт и рекомендации по снижению нерационального расхода топливно-энергетических ресурсов и повышению эффективности их использования.

Формально провести энергоаудит и подготовить все указанные документы персонал любого предприятия может силами своих специалистов. Однако в таком случае эти документы будут иметь статус внутренних документов самой организации. Для придания им необходимого правового уровня энергоаудит должна провести независимая организация, имеющая необходимое Свидетельство энергоаудитора.

Для получения Свидетельства любая организация должна обратиться в Межрегиональную ассоциацию энергоэффективности и нормирования (МАЭН) и представить им необходимые документы: Устав организации, перечень имеющихся нормативных документов для проведения энергоаудита, перечень необходимых средств измерений и испытаний, перечень сотрудников, которые будут проводить энергоаудит, и перечень направлений энергоаудита, например: обследование электрических сетей, обследование тепловых сетей, обследование объектов ЖКХ и т. д.

После рассмотрения данных материалов МАЭН может выдать Свидетельство энергоаудитора сроком на один год. После выдачи Свидетельства энергоаудитора МАЭН продолжает курировать организации, проводящие обследования, причем программа каждого энергетического обследования должна быть согласована исполнителем в МАЭН; все отчетные документы по проведенному обследованию должны быть утверждены МАЭН.

Другой не менее важной функцией МАЭН в части работ по энергосбережению является подготовка ими и выдача сертификатов экспертам по расчетам потерь электрической и тепловой энергии для включения этих показателей в расчет тарифов на услуги по передаче электрической и тепловой энергии.

#### **1.5 Энергетическая эффективность**

На современном этапе экономика России характеризуется высокой энергоемкостью, в 2–3 раза превышающей удельную энергоемкость экономики развитых стран. Причинами такого положения кроме суровых климатических условий и территориального фактора являются сформировавшаяся в течение длительного периода времени структура промышленного производства и нарастающая технологическая отсталость энергоемких отраслей промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, а также недооценка стоимости энергоресурсов, прежде всего газа, не стимулирующая энергосбережение.

Степень повышения энергетической эффективности предопределяет долгосрочные перспективы развития не только энергетического сектора, но и экономики Российской Федерации в целом. Ориентация экономики на энергоемкий рост угрожает консервацией технологической отсталости и опережающим ростом внутреннего спроса на энергоресурсы, в результате которого даже при достижении максимальных технически реализуемых показателей роста их производства спрос на них сможет быть обеспечен путем расширения импорта или (и) ограничения экспорта.

Поэтому целью политики государства в данной сфере является жесткое и безусловное достижение намеченных стратегических ориентиров роста энергоэффективности с использованием широкого спектра стимулирующих потребителей энергоресурсов мер, обеспечивающих: структурную перестройку российской экономики в пользу малоэнергоемких обрабатывающих отраслей и сферы услуг; реализацию потенциала технологического энергосбережения.

Для интенсификации энергосбережения необходимы обоснованное повышение внутренних цен энергоносителей экономически оправданными, приемлемыми для потребителей темпами; постепенная ликвидация перекрестного субсидирования в тарифообразовании, прежде всего в электроэнергетике; продолжение реформирования жилищно-коммунального хозяйства.

Вместе с тем эффективное ценовое регулирование является абсолютно необходимым, но недостаточным условием интенсификации энергосбережения. Необходимо осуществление системы правовых, административных и экономических мер, стимулирующих эффективное использование энергии, в том числе: изменение в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» существующих норм, правил и регламентов, определяющих расходование топлива и энергии, в направлении ужесточения требований к энергосбережению; совершенствование правил учета и контроля энергопотребления, а также установление стандартов энергопотребления и предельных энергопотерь и обязательная сертификация энергопотребляющих приборов и оборудования массового применения для установления их соответствия нормативам расхода энергии; проведение регулярного надзора за рациональным и эффективным расходованием энергоресурсов предприятий; создание дополнительных хозяйственных стимулов энергосбережения, превращающих его эффективную сферу бизнеса; широкая популяризация государством эффективного использования энергии среди населения, массовое обучение персонала; создание доступных баз данных, содержащих информацию об энергосберегающих мероприятиях, технологиях и оборудовании, нормативно-технической документации; проведение конференций и семинаров по обмену опытом, пропаганда энергосбережения в средствах массовой информации и т.д.

Задача состоит в том, чтобы за счет целенаправленной государственной политики обеспечить заинтересованность потребителей энергоресурсов в инвестировании в энергосбережение, создать более привлекательные условия для

вложения капитала в эту сферу деятельности, снизив возможные финансово-экономические риски.

Одним из инструментов государственной политики станет поддержка специализированного бизнеса в области энергосбережения, пока слабо развитого в России, что позволит сформировать экономических агентов (энергосберегающие компании), предлагающих и реализующих оптимальные научные, проектно-технологические и производственные решения, направленные на снижение энергоемкости. Поддержка энергосберегающего бизнеса предполагает переход от прямой финансовой помощи со стороны государства к формированию системы реализации эффективных бизнес-проектов в соответствующей сфере, страхования коммерческих и некоммерческих рисков.

Мероприятия по энергосбережению и эффективному использованию энергии должны стать обязательной частью региональных программ социально-экономического развития регионов, в том числе региональных энергетических программ.

Оптимизация расходной части топливно-энергетического баланса предусматривает реализацию мер по экономически эффективному энергосбережению и совершенствованию структуры спроса на энергоносители по следующим основным направлениям:

продолжение электрификации экономики с ростом потребления электроэнергии в 1,05–1,1 раза быстрее общего спроса на энергию за счет повышения электровооруженности труда в промышленности, сельском хозяйстве и быту;

замедление роста расхода энергоресурсов на централизованное теплоснабжение в 1,07–1,1 раза относительно общего энергопотребления в связи с большими возможностями для снижения потерь и экономии тепла, а также опережающего развития его локальных и индивидуальных источников;

увеличение потребления моторных топлив темпами, в 1,2 раза превосходящими темпы роста общего энергопотребления, при более широком использовании заменителей нефтепродуктов (сжиженного и сжатого газа, водорода);

преодоление тенденции нарастающего доминирования природного газа на внутреннем энергетическом рынке с уменьшением его доли в общем энергопотреблении за счет замены другими видами топлива.

Региональная энергетическая политика предусматривает:

учет географической асимметрии в обеспеченности природными энергетическими ресурсами и в структуре потребления энергоресурсов разных регионов России, принципиальные различия в условиях их энергоснабжения; субсидирование создания сезонных запасов топлива в «критических регионах»;

максимально возможное, но экономически эффективное использование в регионах местных источников топливно-энергетических ресурсов.

Реализация региональной энергетической политики осуществляется посредством тех же механизмов, что и энергетической политики в целом. При этом необходимо приведение регионального законодательства в соответствие с федеральным.

Для достижения основных целей и реализации приоритетов региональной энергетической политики предусматривается осуществление региональными органами управления энергетическим хозяйством в области:

разработки и реализации региональных энергетических программ (в том числе программ топливо- и энергообеспечения и энергосбережения регионов);

- проведения активной энергосберегающей политики, создания и управления региональными фондами энергосбережения;
- организации и регулирования теплоснабжения, модернизации и рационализации теплового хозяйства и теплоснабжения потребителей жилищно-коммунального комплекса;
- поддержки независимых производителей топлива и энергии, использующих энергоресурсы местного значения, обеспечивающих доработку истощенных месторождений, создающих новые генерирующие мощности в энергетике и осваивающих возобновляемые источники энергии;
- развития социальной инфраструктуры и коммунально-бытовой сферы на долевой основе с производственными структурами ТЭК;
- участия в разработке и реализации программ санации убыточных предприятий ТЭК;
- контроля за соблюдением субъектами ТЭК федерального и регионального законодательства, в том числе в области охраны окружающей среды.

Существенное значение для реализации региональной энергетической политики приобретает координация деятельности органов власти субъектов Российской Федерации в рамках федеральных округов, включая уточнение прогнозов территориальной динамики производства и потребления энергоресурсов, согласование мероприятий региональных энергетических и федеральных целевых программ.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Оценка качества электрической энергии.
2. Должностные обязанности эксплуатационного персонала.
3. Величина потребления энергоресурсов.
4. Энергоаудиторские организации и эксперты.
5. Цель политики государства в области энергетической эффективности.
6. Меры по экономически эффективному энергосбережению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.
2. Данилов, Н.И. Основы энергосбережения [Текст]: учебник для вузов / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 5-321-00657-1.
3. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

#### Дополнительная

1. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
3. Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов / Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2003. – 320 с.: ил. – 3000 экз. – ISBN 5-85941-045-Х.
4. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов [Текст] / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. – М.: КолосС, 2005. – 344 с.

## Лекция 2

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

#### 2.1 Показатели качества электроэнергии

Качество электрической энергии – степень соответствия параметров электрической энергии их установленным значениям.

Параметр электрической энергии – величина, количественно характеризующая какое-либо свойство электрической энергии. Под параметрами электрической энергии понимают напряжение, частоту, форму кривой электрического тока.

Провал напряжения – внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже  $0,9 U_{ном}$ , за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от десяти миллисекунд до нескольких десятков секунд.

Длительность провала напряжения – интервал времени между начальным моментом провала напряжения и моментом восстановления напряжения до первоначального или близкого к нему уровня.

Частота появления провалов напряжения – число провалов напряжения определенной глубины и длительности за определенный промежуток времени по отношению к общему числу провалов за этот же промежуток времени.

Одним из базовых документов по энергетическим обследованиям является ГОСТ Р 51379–99 «Энергетический паспорт промышленного предприятия топливно-энергетических ресурсов. Основные положения. Типовые формы».

В нем приведены основные составляющие электрического баланса на промышленных объектах:

- технологическое оборудование: электропривод; электротермическое оборудование (сушилки, прочее);
- насосы;
- вентиляционное оборудование;
- подъемно-транспортное оборудование;
- компрессоры;
- сварочное оборудование;
- холодильное оборудование;
- освещение;
- прочие, в т. ч. бытовая техника.

С точки зрения однотипности использования ЭЭ и формулирования требований к качеству ЭЭ приведенную структуру электробаланса потребителей ЭЭ можно привести в следующих характерных группах:

1. Электродвигательная нагрузка (активная и реактивная индуктивная).
2. Электротермическая нагрузка (активная и реактивная).
3. Осветительная нагрузка (активная и реактивная индуктивная).
4. Электросварка (активная).

В указанные группы необходимо добавить группы потребителей:

5. Электротехнологии (активная).
6. Передача электроэнергии (активная и реактивная индуктивная и емкостная).

К каждой из них устанавливаются различные требования к качеству электроэнергии.

Одним из наиболее чувствительных к качеству элементов являются современные микропроцессорные системы управления, однако они также больше влияют на надежность, чем на энергоэффективность, и в дальнейшем влияние на них отклонения параметров качества ЭЭ не рассматривается

## **2.2 Требования к контролю качества электрической энергии**

Энергоснабжающая организация при выдаче технических условий на присоединение выставляет требование: обеспечить качество электроэнергии на границе балансовой принадлежности в соответствии с ГОСТ 13109–97. Но на границе балансовой принадлежности качество энергии может не соответствовать по вине обеих сторон. И в таком случае крайне важно определить, с какой стороны в данную точку поступает некачественная ЭЭ.

При этом необходимо оценивать не качество электрической энергии вообще, а качество определенного количества, например 1000 кВт•ч, как нештучной продукции. Отсюда должно получиться и время измерения качества ЭЭ – длина интервала осреднения – время, за которое абонент получит указанные 1000 кВт•ч. Хотя, конечно, надо учитывать, что бытовой абонент потребляет это количество электроэнергии почти за год, а крупное промышленное предприятий – за считанные минуты. Однако по ГОСТ оценка качества электроэнергии, ее сертификация, производится по календарному времени – дней в одной точке контроля, без учета, какое количество электроэнергии прошло через эти точки.

Для оценки качества электроэнергии как нештучной продукции необходимо применять термины «проба», «объем пробы», «разовая проба» и «период отбора», т. е. фактически устанавливается объем проверяемой продукции. Но по действующим НТД контроль качества в заданной точке осуществляется в течение не менее 7 дней, практически независимо от величины подачи ЭЭ в этой точке.

Показателями КЭ, непосредственно влияющими на энергосбережение и примененными для указанных выше групп потребителей ЭЭ, являются:

- установившееся отклонение напряжения  $\delta U$ ;
- длительность провала напряжения  $\Delta t$ ;
- частота напряжения  $f$ .

Отклонение частоты напряжения переменного тока в электрических сетях характеризуется показателем отклонения частоты. Нормально допустимое и предельно допустимое значения отклонения частоты равны  $\pm 0,2$  и  $\pm 0,4$  Гц соответственно.

## **2.3 Контроль качества электроэнергии**

Контроль за соблюдением энергоснабжающими организациями и потребителями электрической энергии требований стандарта осуществляют органы надзора и аккредитованные в установленном порядке испытательные лаборатории по качеству электрической энергии.

Контроль качества электрической энергии в точках общего присоединения потребителей электрической энергии к системам электроснабжения общего назначения проводят энергоснабжающие организации. Указанные организации выбирают точки контроля в соответствии с нормативными документами, утвержденными в установленном порядке.

Периодичность измерений показателей КЭ устанавливают:

- для установившегося отклонения напряжения – не реже двух раз в год в зависимости от сезонного изменения нагрузок в распределительной сети центра

питания, а при наличии автоматического встречного регулирования напряжения в центре питания – не реже одного раза в год. При незначительном изменении суммарной нагрузки центра питания и неизменности схемы сети и параметров ее элементов допускается увеличивать интервал между контрольными измерениями для установившегося отклонения напряжения;

□ для остальных показателей – не реже одного раза в 2 года при неизменности схемы сети и ее элементов и незначительном изменении нагрузки потребителя, ухудшающего качество электроэнергии.

Конкретные сроки проведения периодического контроля качества электроэнергии в точках присоединения потребителей к системе электроснабжения общего назначения устанавливаются электроснабжающей организацией в эксплуатационных режимах, соответствующих нормальным схемам или длительным ремонтным схемам сетей общего назначения.

Потребители, ухудшающие качество электрической энергии, должны проводить контроль в точках собственных сетей, ближайших к точкам общего присоединения указанных сетей к электрической сети общего назначения, а также на выводах приемников электрической энергии, являющихся источниками кондуктивных электромагнитных помех.

### **3.4 Качество электроэнергии в условиях научно-технического прогресса**

Электродвигательная нагрузка. Большую часть электродвигательной нагрузки составляют асинхронные двигатели, потребляющие активную и реактивную мощность.

Снижение напряжения вызывает увеличение тока ротора, перегрев обмотки ротора и ее преждевременный износ. Работа с понижением напряжения до 0,95  $U_{ном}$  снижает в 1,5 раза срок службы изоляции обмотки двигателя, работающего с номинальной нагрузкой. Срок службы изоляции двигателей, имеющих большие токи холостого хода, в сравнительно меньшей степени зависят от подводимого напряжения.

Повышение напряжения на 1 % (1,01  $U_{ном}$ ) приводит к росту реактивной мощности приблизительно на 3 % для трехфазных двигателей мощностью 20–100 кВт, для двигателей меньшей мощности – на 5–7 %.

Для поточно-транспортных систем снижение напряжения до 0,9  $U_{ном}$  не приводит к уменьшению производительности машин. Но для ряда производств (прокатные станы, металлообрабатывающие станки и др.) снижение напряжения ведет к снижению производительности оборудования, увеличению затрат на производство.

В нефтяной промышленности уменьшение напряжения на зажимах двигателя лебедки и роторного стола по сравнению с номинальным увеличивает продолжительность бурения скважин, что приводит к увеличению затрат. Снижение напряжения на двигателях станков для производства шурупов приводит к ущербу от недоданной продукции. Средняя минутная производительность накатных автоматов, приводимых асинхронным двигателем, при напряжении 1,05  $U_{ном}$  составляет 0,275 кг, а при напряжении 0,9  $U_{ном}$  – 0,236.

Осветительная нагрузка. Лампы накаливания работают на принципе чистого температурного излучения твердых тел, нагреваемых электрическим током до температуры яркого свечения и рассчитаны на номинальное напряжение. При повышении напряжения на 5–10 % в осветительных сетях в ночные часы в течение года приводит к выходу из строя 300 ламп накаливания из 1000. Изменение напряжения в сети, питающей электроламп, сопровождается изменением и других

электрических характеристик лампы – ее мощности, силы тока, световой отдачи, светового потока.

При повышении напряжения  $U$  увеличивается световой поток  $I_2$ , мощность лампы  $P$  и световая отдача  $\eta$ , но резко снижается срок службы  $T$ . В случае снижения напряжения резко уменьшается световой поток и освещенность рабочей поверхности, что приводит к снижению производительности труда.

Большую часть газоразрядных ламп на промышленных предприятиях составляют люминесцентные лампы и лампы типа ДРЛ. Изменение напряжения влияет на зажигание лампы. При понижении напряжения до  $0,94 U_{ном}$  лампы или не загораются совсем, или их горение сопровождается интенсивным распылением оксидного вещества с катодов лампы. Это приводит к миганию и резкому сокращению срока службы лампы. Повышение напряжения от  $1,06 U_{ном}$  и более вызывает перегорание вспомогательного оборудования (стартеры, дроссели и пр.).

Электросварка. В электросварочных установках снижение напряжения снижает качество сварки. Электротехнология, использующая высокотемпературные процессы, получила большое распространение на предприятиях различных отраслей промышленности.

В зависимости от способа преобразования электрической энергии в тепловую различают печи сопротивления, индукционные, дуговые печи.

Дуговые электропечи. Основные показатели режима: сила тока печи  $I_d$ , мощность дуги  $P_d$ , полная мощность печной установки  $S$ , активная  $P$  и реактивная  $Q$  мощности печной установки, мощность электрических потерь  $\Delta P$ , электрический КПД  $\eta_э$ , коэффициент мощности печной установки  $\cos \varphi$ .

Напряжение дуги зависит от напряжения сети. Отклонение напряжения может оказать влияние на любой из периодов плавления. Снижение напряжения оказывает меньшее влияние на протекание процесса в дуговых печах при значительной мощности трансформаторов с большим числом ступеней регулирования вторичного напряжения, переключаемых под нагрузкой, при автоматическом регулировании мощности.

Индукционные установки. В индукционных установках нагреваемое тело помещается в переменное электромагнитное поле, создаваемое специальным токопроводом – индуктором. Выделяемая в металле энергия зависит от квадрата напряжения, подводимого к индуктору, поэтому отклонение напряжения в сети значительно влияет на количество тепла, выделяемого в металле, а значит, и на скорость прогрева и производительность печи.

Коэффициент мощности  $\cos \varphi$  индукционной печи довольно низкий. Для повышения  $\cos \varphi$  параллельно индуктору подключают батарею конденсаторов. Емкость конденсаторов зависит от квадрата напряжения питающей сети, поэтому отклонение напряжения будет влиять на режим работы самих конденсаторов и на режим работы питающей сети. Снижение напряжения, даже в допустимых пределах, ведет к увеличению длительности нагрева (длительности плавки) в печах, что вызывает излишний расход электроэнергии.

Печи сопротивления. В электрических печах сопротивления количество тепла, выделяемого при прохождении тока через проводник, определяется по закону Джоуля – Ленца, т. е. в каждый момент зависит от напряжения и от отклонения напряжения.

Повышение напряжения вызывает уменьшение срока службы нагревательного элемента. Чем больше напряжение, тем выше температура нагревательного элемента, больше скорость его окисления, следовательно, срок службы нагревательного элемента уменьшается.

Работа печей при отклонении напряжения от номинального ухудшается, может иметь место снижение их производительности, а в ряде случаев и сбой технологического процесса. Например:

На заводе обработки цветных металлов при отжиге заготовок в электрических печах сопротивления общей мощностью 675 кВт при снижении напряжения на 7 % технологический процесс продолжался 5 ч вместо 3 ч при номинальном напряжении. Увеличение времени технологического процесса сопровождалось повышенным расходом электроэнергии и повышением себестоимости продукции. При снижении напряжения на 10 % и более процесс отжига в печах производить было невозможно.

На электродном заводе в печах графитации имеется период плавного подъема температуры, при котором напряжение в печи регулируется оператором и изменения в питающей сети не влияют на процесс, и период нерегулируемой части процесса, при котором повышение напряжения в высоковольтной питающей сети ведет к повышению производительности печи.

Проведенные мероприятия по улучшению качества напряжения и применение специальных схем позволили повысить производительность печей на 14–21 % (в зависимости от диаметра загружаемых заготовок электродов).

Одновременно повысился  $\cos \varphi$  за технологический цикл на 0,16–0,24. Отклонение напряжения существенно влияет на работу сушильных и гладильных машин в текстильном производстве, электрических паяльников на радиотехнических и электронных заводах, при фотофильмопечати.

Влияние отклонения напряжения на работу паяльников: изменение напряжения на +10 % изменяет температуру жала паяльника также на +10 %, что ухудшает качество соединения. Если при Уном усилии разрыва составляет 3,2 кг/мм<sup>2</sup>, то при  $U=1,2U_{ном}$  оно равно 2,4 кг/мм<sup>2</sup>. Это влечет за собой брак продукции. Требования к качеству напряжения для питания электропаяльников, используемых на радиотехнических заводах, особенно при поточном производстве, должны быть более жесткими по сравнению с принятыми в ГОСТ 13109–97.

Для большинства электротермических установок снижение напряжения приводит к уменьшению полезно используемой мощности, ухудшению температурного режима и удлинению технологического процесса, повышению расхода электроэнергии. При значительных снижениях напряжения осуществление термических процессов становится вообще невозможным.

При электролизных процессах, в частности при производстве алюминия, магния, каустической соды, длительное снижение напряжения вызывает уменьшение оптимальной величины тока, что снижает производительность электролизных ванн и вызывает удорожание выпускаемой продукции. Снижение напряжения до  $0,95U_{ном}$  приводит к снижению производительности электролизной установки (производство хлора и каустической соды) на 4 %. Кроме того, при этом происходит ускоренный износ электродов.

При напряжении менее  $U_{ном}$  возможен экономический ущерб, включающий:

- затраты на дополнительную мощность установки (ввиду изменения производительности);
- затраты на дополнительную электроэнергию;
- затраты на дополнительные электроды, а при осуществлении мероприятий по повышению напряжения – затраты на регулирующие устройства (источники реактивной мощности, трансформаторы с РПН и т. д.).

Повышение напряжения до 1,05  $U_{ном}$  и выше приводит к недопустимому перегреву ванн электролиза и ухудшению условий протекания процесса.

Колебание напряжения. Наличие колебаний в осветительных сетях приводят к миганию ламп, т. е. резким изменениям светового потока, отражающимся на зрительном восприятии людей. При частых миганиях появляется повышенная утомляемость, снижается производительность труда, увеличиваются случаи травматизма.

Работа дуговых печей вызывает резкие колебания напряжения, для снижения которых возможно включать дроссельное сопротивление на стороне высшего напряжения печного трансформатора. Машины контактной сварки большой мощности вызывают колебания напряжения в сети. На автомобильном заводе колебания напряжения на шинах 0,4 кВ подстанции, питающей многоточечные машины контактной сварки, были в пределах от +7,5 до -10 %, а на шинах подстанции, питающих стыковые машины, – от +7,5 до -10 %.

Несимметричность нагрузок. Характерным для предприятий является то, что в промышленных электроустановках находят все большее применение однофазные приемники (крупные электропечи, электронные аппараты, осветительные приборы), что вызывает несимметричный режим питания.

Несимметрия токов влечет за собой появление очагов местных перегревов роторов синхронных генераторов, нежелательные вибрации их отдельных узлов. В линиях электропередачи и трансформаторах несимметрия снижает пропускную способность трехфазной системы. Это отрицательно влияет на работу асинхронных двигателей, ухудшает режим работы выпрямителей, делает менее эффективным использование регулирующих и компенсирующих установок. При этом возможны дополнительные потери энергии в сетях.

Дополнительный нагрев вызывает усиленное старение изоляции, а зачастую и аварийный выход машины из работы. Важно отметить, что в несимметричных режимах возможен перегрев трансформаторов и снижение его мощности.

Встречающиеся величины несимметрии оказывают заметное влияние на потери активной мощности в двигателе и на срок его службы. Ежегодный ущерб при работе асинхронного двигателя с несимметричным напряжением может достигать 10–15 % от приведенных затрат на этот двигатель при работе его с симметричным номинальным напряжением.

Симметрирование тем более целесообразно, чем больше мощность однофазной нагрузки, чем больше сопротивление линии, чем дороже электрическая энергия и чем дешевле само симметрирующее устройство. Для симметрирования напряжения используются батареи конденсаторов поперечно-емкостной компенсации.

Несинусоидальность напряжения. Причиной несинусоидальности напряжения и тока в сети является нелинейность отдельных элементов сети. К источникам высших гармоник в первую очередь относят выпрямительные установки, а также дуговые электропечи. Наличие электрической дуги при работе сварочных аппаратов, как и при работе электропечей, приводит к генерированию в сеть высших гармоник. В электрических сетях, питающих металлургические заводы с регулируемыми вентильными приводами, уровень гармоник напряжения значительно превышает допустимые нормируемые пределы. Рекомендуется в электрических сетях сельскохозяйственного назначения предусматривать компенсацию 1-й и 3-й гармоник.

Несинусоидальность редко встречается без совместного действия других факторов. Часто несинусоидальность и несимметрия происходят совместно, поэтому

целесообразно рассматривать всю совокупность влияющих факторов. Это даст возможность выявить взаимосвязь показателей качества электроэнергии и оценить их влияние на экономичность работы электрооборудования.

Высшие гармоники. Высшие гармоники вызывают:

- дополнительные потери ЭЭ в сетях, электродвигателях;
- паразитные поля и моменты в синхронных и асинхронных двигателях,
- которые ухудшают механические характеристики и КПД электрических машин;
- ухудшение коэффициента мощности электроприемников;
- погрешности измерений индукционных счетчиков ЭЭ, которые приводят к неполному учету электроэнергии;
- нарушение работы вентильных преобразователей при высоких уровнях высших гармоник.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Показатели качества электроэнергии.
2. Требования к контролю качества электроэнергии.
3. Контроль качества электроэнергии.
4. Влияние качества электроэнергии на работу асинхронных электродвигателей.
5. Влияние качества электроэнергии на работу осветительной установки.
6. Влияние качества электроэнергии на работу установок прямого и косвенного нагрева.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.
2. Данилов, Н.И. Основы энергосбережения [Текст]: учебник для вузов / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 5-321-00657-1.
3. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

##### Дополнительная

1. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.

## Лекция 3

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

#### 3.1 Общие сведения

Сельскохозяйственное предприятие расходует электроэнергию не только на основной технологический процесс, но и на вспомогательные нужды. Эта составляющая на отдельных предприятиях достигает до 20 % от общего электропотребления.

Общими потребителями электроэнергии на вспомогательные нужды являются: электрическое освещение, системы водоснабжения, вентиляционные устройства и др.

Рассмотрим возможные способы уменьшения потребления электроэнергии при рациональном проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.

#### 3.2 Способы уменьшения потребления электроэнергии на освещение

Расход электроэнергии на освещение сельхоз предприятий непрерывно растет и составляет в среднем по отраслям промышленности 5–10 % от их общего потребления. Задачу экономии электроэнергии, потребляемой осветительными установками, следует понимать так: при минимальных затратах электроэнергии путем правильного устройства и эксплуатации средств освещения обеспечить оптимальную освещенность помещений и рабочих мест и высокое качество освещения, создать обстановку для наиболее производительного труда работающих.

Расход электроэнергии на осветительную установку зависит от числа и мощности ламп, потерь электроэнергии в пускорегулирующей аппаратуре и осветительной сети, а также от числа часов использования мощности осветительной установки за данный период. Продолжительность горения ламп в большей степени определяется уровнем использования естественного освещения, что должно учитываться при проектировании зданий.

Важнейшей особенностью освещения является то, что его параметр сильно влияет на производительность труда, травматизм на производстве.

Экономия электроэнергии за счет ухудшения освещения (снижения уровня освещенности и качественных показателей осветительной установки) является, как правило, необоснованным мероприятием, имеющим во многих случаях вредные последствия.

Технические и экономические показатели осветительных установок будут наилучшими при условии выбора оптимального варианта элементов этой установки на стадии проектирования и рациональной ее эксплуатации.

В современных условиях невозможно достичь хороших экономических показателей без соответствующей автоматизации управления и регулирования освещением. Рассмотрим возможности экономии электроэнергии при проектировании и эксплуатации осветительных установок.

1. Чрезвычайно важно правильно выбрать тип источника света. Одной из основных характеристик лам является световая отдача  $H$ , характеризующаяся отношением светового потока лампы к ее электрической мощности. Для промышленности рекомендуются следующие типы ламп: лампы накаливания –  $H = 10–20$  лм/Вт; люминесцентные лампы –  $H = 42–62$  лм/Вт; дуговые ртутные

люминесцентные (ДРЛ) –  $H = 35\text{--}55$  лм/Вт и дуговые ртутные с исправленной цветностью (ДРИ) –  $H = 64\text{--}90$  лм/Вт.

Из сравнения световых отдач видно, что наилучшие показатели относятся к люминесцентным лампам и лампам типа ДРИ. При сравнении эффективности газоразрядных ламп и ламп накаливания необходимо учитывать, что из-за падающей вольт-амперной характеристики газоразрядные лампы должны включаться последовательно с токоограничивающим балластным сопротивлением и иметь устройство для зажигания газового разряда. Потери мощности в пускорегулирующей аппаратуре люминесцентных ламп составляют 5–40 % от их номинальной мощности. Однако они имеют очевидные преимущества: повышенная световая отдача, больший (в 10–15 раз) срок службы; гигиенические возможности делают газоразрядные лампы, безусловно, перспективными по сравнению с лампами накаливания.

При выборе люминесцентных ламп следует учитывать, что наиболее экономичными являются лампы белого света типа ЛБ. Следует учитывать, что цветопередача люминесцентных ламп ухудшается от ламп типа ЛДЦ к ЛБ, поэтому использование ламп ЛБ, ЛХБ и ЛТБ допустимо для производств, не предъявляющих особых требований к цветопередаче.

Значительного снижения затрат на освещение территории сельскохозяйственного предприятия удастся добиться при замене ламп типа ДРЛ (без замены светильников и пускорегулирующей аппаратуры) лампами специальной модификации НЛВД с эллипсоидной колбой и светорассеивающим покрытием. Например, лампа НЛВД мощностью 330 Вт со световым потоком 27 клм предназначена для замены лампы ДРЛ мощностью 400 Вт (23 клм). При суммарном времени работы в год, равном 400 ч, и одновременном увеличении освещенности можно получить экономию электроэнергии 280 кВт•ч на один светильник с лампой НЛВД.

2. Эффективность использования естественного света зависит от состояния остекления. В соответствии с правилами технической эксплуатации электроустановок требуется производить не менее двух чисток стекла в год. Эффективна также регулярная протирка остекления: продолжительность горения ламп при двухсменной работе сокращается в зимнее время на 155, а в летнее время на 90 %.

3. Для экономного расходования электроэнергии в осветительных установках должна предусматриваться рациональная система управления освещением. Для крупных сельхозобъектов, например животноводческих зданий, возможно применение дистанционного контакторного управления освещением всего помещения из ограниченного количества мест – на одного или двух, что облегчит управление освещением. Дистанционное управление освещением должно обладать необходимой гибкостью, обеспечивающей включение его в зависимости от уровня естественной освещенности помещения и времени выполнения в нем работ. Особое внимание следует уделить управлению аварийным освещением в зависимости от его значения для данного производства.

Для автоматизации управления включением и отключением осветительных установок применяются фотореле и фотоавтоматы типов ФР2, АО, программируемые логические контроллеры.

Экономический эффект от использования устройств автоматизации управления освещением оценивается по сэкономленной электроэнергии и увеличению срока службы источников света.

4. Большое значение для экономии электроэнергии в осветительных установках имеют правильная эксплуатация и планово-предупредительный ремонт. Службой

главного энергетика должны составляться планы и графики осмотров, чисток, замены ламп. Наиболее эффективными являются мероприятия по замене ламп накаливания в промышленных осветительных установках высокого давления с исправленной цветопередачей типа ДРИ. Как для новых, так и для действующих осветительных установок с газоразрядными лампами важнейшим вопросом экономного расходования электроэнергии является усовершенствование схем и применяемых конструкций пускорегулирующих аппаратов. Важнейшие из них – разработка и внедрение методов и устройств для своевременной чистки светильников и замены изношенных ламп. Сокращение продолжительности горения ламп дает прямую экономию электроэнергии, так как световой поток газоразрядных ламп снижается в процессе эксплуатации.

### **3.3 Способы уменьшения потребления электроэнергии на вентиляцию**

В настоящее время ни один сельскохозяйственный объект не обходится без применения вентиляторов, которые являются как элементами технологических установок, так и средством обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий в производственных помещениях. Вентиляционные установки должны работать весьма надежно, так как в ряде случаев они обеспечивают необходимую безопасность для окружающих – удаление вредных веществ. Поэтому часто вентиляционные установки устанавливают с необоснованно завышенной производительностью и работают они в режимах, далеких от оптимальных. Все это вызывает добавочный расход электроэнергии.

Расход электроэнергии на вентиляционные установки может быть сокращен за счет применения наиболее современных вентиляторов с высоким КПД, использования экономичных способов регулирования производительности вентиляторов, а также внедрения различных видов автоматического управления вентиляционными установками.

Естественно при этом предположить, что в помещениях вентиляционные установки спроектированы правильно, т. е. рассчитаны на необходимый расход воздуха и малое сопротивление воздухопроводов, что применяется регулирование подачи воздуха на всосе и вытяжной вентиляции на рабочих местах шиберами и т. д.

У вентиляторов устаревших моделей КПД не превышает 0,5–0,6. При распределении расхода электроэнергии на вентиляцию необходимо стремиться к тому, чтобы и вентилятор, и его электрический двигатель работал в режиме максимального КПД. Для этого тип вентилятора строго выбирают по необходимому расходу воздуха и давлению, определяемому сопротивлением системы воздухопроводов. Замена вентиляторов наиболее экономичными позволяет уменьшить расход электроэнергии на 25–30 %. Однако нельзя идти по пути снижения производительности вентиляторов.

Наиболее экономично производительность вентиляторов изменяется за счет изменения частоты вращения. Это изменение можно осуществлять ступенчато с помощью двухскоростного асинхронного двигателя или плавно, если питание двигателя осуществляется от преобразователя частоты. При определении экономии электроэнергии в этом случае следует учитывать ухудшение КПД двухскоростного двигателя или наличие потерь электроэнергии в преобразователе частоты. Поэтому изменение частоты вращения целесообразно, если система достаточно длительно работает с пониженной производительностью вентилятора.

Автоматическое управление вентиляторами предусматривается в следующих случаях:

- отключение части вентиляторов в ночное время;

□ блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания ворот. Когда ворота открываются автоматически, включается тепловая завеса, а после закрывания ворот завеса отключается.

Автоматизация системы вентиляции позволяет экономить до 20 % электроэнергии, расходуемой на вентиляцию.

### **3.4 Способы уменьшения потребления электроэнергии на водоснабжение**

В настоящее время на всех сельхоз предприятиях применяется значительное число насосных установок, например, для водоснабжения. В расходе электроэнергии насосные установки занимают значительную долю.

Анализ данного выражения позволяет определить способы уменьшения расхода электроэнергии.

Увеличения КПД передачи можно достичь в том случае, если насос и электродвигатель конструктивно представляют собой одно целое, т. е. рабочее колесо насоса находится непосредственно на валу двигателя.

Так как асинхронные двигатели, как и синхронные, выполняются на частоту вращения, определяемую частотой электрической сети и числом пар полюсов двигателя, необходимо, чтобы и насосы при данной частоте вращения обладали наибольшим КПД.

Общий КПД насоса зависит от конструкции и режима работы. КПД эксплуатирующихся в настоящее время насосов составляет: для насосов низкого напора – 0,4–0,7; для насосов среднего напора – 0,6–0,8; для насосов высокого напора – 0,6–0,8. У всех типов современных насосов КПД достигает 0,9.

Для того чтобы электродвигатель работал в режиме максимального КПД, его мощность должна быть выше в 1,2–1,25 раза мощности, потребляемой насосом. По номинальной шкале мощности электродвигателя с шагом 1,4 с таким же шагом по мощности должны выпускаться насосы.

При большом максимальном расходе жидкости, изменяющемся по часам суток потребления, целесообразна установка нескольких параллельных насосных агрегатов. Тогда в зависимости от потребного расхода необходимо включать такое число насосов, чтобы они работали с высоким КПД. Этот процесс может быть автоматизирован.

В настоящее время в системах водоснабжения устанавливаются насосные агрегаты, рассчитанные на максимальное потребление воды при максимальном напоре. На практике такая потребность максимальной мощности бывает кратковременна, а в остальное время насосный агрегат работает с большим удельным потреблением энергии. Поэтому в системах водоснабжения целесообразна установка накопителя воды на высоте требуемого напора с соответствующим автоматическим отключением насосного агрегата при заполнении водой накопителя.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Способы уменьшения потребления электроэнергии на освещение.
2. Способы уменьшения потребления электроэнергии на вентиляцию.
3. Способы уменьшения потребления электроэнергии на водоснабжение.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.
2. Данилов, Н.И. Основы энергосбережения [Текст]: учебник для вузов / Н.И. Данилов, Я.М. Щелоков. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 5-321-00657-1.
3. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

### Дополнительная

1. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.

## Лекция 4

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

#### 4.1 Основные технико-экономические параметры

Уместный Все параметры технического объекта можно поделить на две группы по зависимости их от окружающей среды.

Параметры первой группы называют показателями технического уровня. К ним относят показатели массовые, геометрические, компоновочные. Они не зависят от окружающей среды.

Параметры второй группы называют квалиметрическими (кавалитет – качество) или основными характеристиками. К ним относят показатели производительности, долговечности, надежности, эксплуатабельности, управляемости, стоимости и др. Эти показатели зависят от окружающей среды.

Основными показателями, которые характеризуют процесс разработки и эксплуатации технического объекта, являются время, стоимость и надежность. Эти показатели тесно связаны между собой. Развитие процессов идет по спирали. Прогнозируя технические решения, следует иметь в виду, что их сложность непрерывно возрастает, и поэтому время, необходимое на их разработку, тоже увеличивается. Кроме того, растет время на изготовление и наладку технических объектов.

Усложнение технических объектов приводит к росту затрат общества на их разработку и эксплуатацию. Чем больше новизна разрабатываемого технического решения, тем выше затраты общества на его разработку и промышленное освоение. Особенно возрастает стоимость ремонта и обслуживания.

Для уменьшения расходов на эксплуатацию необходимо повысить надежность технического объекта в период его использования. Связь показателей “время – стоимость – надежность” может быть и обратно пропорциональной. Например, если разрабатывается технический объект с заданными показателями надежности в заданное время, то придется увеличить стоимость изготовления за счет увеличения трудовых ресурсов или использования дорогостоящих, но надежных, компонентов. Если нет возможности увеличить ресурсы на изготовление, то придется попустить надежность за счет увеличения срока разработки.

#### 5.2 Критерии развития технических объектов

Критерии развития – это те параметры технического объекта, которые на протяжении длительного времени монотонно изменяются, приближаясь к своему пределу, и выступают мерой совершенства и прогрессивности.

Технические объекты совершенствуются в направлении улучшения критериев. Поскольку качество любой машины оценивается по нескольким критериям, то принцип прогрессивного развития заключается в улучшении одних и не ухудшении других критериев.

Схема классификации критериев развития приведена на рис.4.1.

Для оценки качества машин используют четыре группы критериев развития: функциональные, технологические, экономические и антропологические.

#### 4.2.1 Функциональные критерии развития

Функциональные критерии развития характеризуют производительность, точность и надежность оборудования. Критерий производительности зависит от ряда параметров, характерных для данного вида оборудования

Критерий надежности отражает свойство машины выполнять определенные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или необходимой наработки. Надежность машины включает показатели безотказности, ремонтпригодности, сохраняемости, долговечности. Количественными критериями надежности служат вероятность безотказной работы, число отказов (или интенсивность отказов) и наработка на отказ.

#### 4.2.2 Технологические критерии развития

Технологические критерии развития характеризуют возможность экономии живого труда при изготовлении и подготовке к эксплуатации машин.

Критерий трудоемкости изготовления машины находят как частное от деления суммарной трудоемкости  $A_{тс}$  проектирования, изготовления и подготовки к эксплуатации изделия на главный показатель эффективности  $Q$ :

$$K_T = A_{тс}/Q.$$

В качестве главного показателя эффективности машины можно принять установленную мощность приводов, кВт, или другой показатель.

Критерий технологических возможностей отражает простоту и принципиальную возможность изготовления машины. Характеризуется он коэффициентом технологических возможностей  $K_{тв}$ .

Значение коэффициента  $0$

$K_{тв}$

известные решения в машине, тем в большей степени используются покупные и унифицированные элементы, многократно проверенные в работе и изготовлении.

Конструктор часто стремится удовлетворить высокие требования к машине известными, традиционными структурами, используя конструктивные решения, уже отработанные на известных образцах. Такой подход требует минимума затрат времени и средств, но влечет за собой нежелательные последствия.

При излишнем увлечении преемственностью, заимствованием, унификацией, попыткой воспользоваться тем, что уже создано и опробовано, невозможно обеспечить требуемого роста уровня показателей машин, невозможно лидировать на мировом рынке. Спроектированные таким образом машины быстро морально стареют и через короткое время нуждаются в дополнительной модернизации.

Обычно в новые современные машины из ранее разработанных прототипов переносится в среднем до 50% конструктивных решений без переделок или с частичными изменениями. При этом высокие значения показателей преемственности достигаются в основном за счет второстепенных структурных элементов, переносимых из одного поколения машин в другое. Основные подсистемы при этом, как правило, создаются заново.

Критерий использования металлов  $K_{им}$  характеризует технологический процесс изготовления деталей машины и равен отношению массы машины  $G$  к массе израсходованных материалов  $P$  (при этом покупные комплектующие элементы не учитываются):  $K_{им} = G/P$ . Значение  $K_{им}$  в целом не превышает 0,55.

Критерий расчленения машины на элементы служит мерой оптимальности расчленения машины на узлы и детали с целью упрощения технологии разработки, доводки, изготовления, ремонта, модернизации, унификации и стандартизации.

Чем меньше в машине сборочных единиц и деталей, тем меньше ее масса, выше жесткость и надежность, меньше трудоемкость механической обработки и сборки.

Большее расчленение машины на сборочные единицы и детали тоже имеет свои преимущества. Большее расчленение машины с новыми элементами позволяет сократить время и трудоемкость разработки и доводки машины в целом. В процессе разработки и доводки нового станка экономичнее и проще устранять недостатки отдельных более простых узлов и деталей. Расширяются возможности унификации и стандартизации.

#### **4.2.3 Экономические критерии развития**

Критерий металлоемкости  $K_m$  равен отношению массы машины  $G_k$  к ее главному показателю эффективности  $Q$  (установленная мощность, кВт, производительность)

$$K_m = G_k/Q.$$

Критерий энергоемкости  $K_э$  находится как отношение затраченной энергии при эксплуатации в единицу времени  $W$  к одному из показателей эффективности  $Q$ :

$$K_э = W/Q.$$

Критерий затрат на информационное обеспечение  $K_{ио}$  определяется как отношение затрат  $S$  на приобретение и эксплуатацию вычислительной техники, разработку программного или информационного обеспечения к одному из показателей эффективности  $Q$ :

$$K_{ио} = S/Q.$$

Критерий габаритных размеров  $K_g$  равен отношению габаритных размеров машины  $V$  к ее эффективности  $Q$ :  $K_g = V/Q$ .

Чем меньше значение  $K_g$ , тем меньше машина занимает производственную площадь, тем меньше расход материалов на ее изготовление.

#### **4.2.4 Антропологические критерии развития**

Антропологические критерии развития обеспечивают максимальную приспособленность машины к человеку, снижение дискомфорта, повышение положительных эмоций.

Критерий эргономичности характеризует использование в системе человек-машина физических, психологических и интеллектуальных возможностей человека. Критерий равен отношению реализуемой эффективности системы человек-машина к максимально возможной эффективности этой системы.

Критерии красоты, безопасности и экологичности характеризуют внешний вид машины, ее безопасность и способность не причинять вреда окружающей среде.

#### **4.2.5 Критерии для оценки электрооборудования**

Общее количество критериев, применяемых для оценки электрооборудования, можно разделить на две группы: общие для всех случаев (глобальные) и критерии, характерные для частных случаев.

Из числа глобальных наиболее важными считают следующие:

- повышение уровня автоматизации основных технологических операций;
- повышение уровня механизации и автоматизации вспомогательных операций;
- увеличение надежности работы;
- снижение уровня трудозатрат живого труда в изделии;
- снижение общей трудоемкости изделия;
- повышение уровня технологичности;
- снижение материалоемкости (металлоемкости);
- снижение энергопотребления;

- уменьшение габаритов;
- улучшение условий эксплуатации и обслуживания;
- повышение безопасности работы и обслуживания;
- улучшение внешнего вида (красоты);
- повышение экологичности.

В качестве частных критериев, часто используемых при оценке электрооборудования в целом и их узлов, назовем следующие:

- плавность регулирования производительности;
- устойчивость к вибрациям;
- высокая износостойкость;
- защищенность от перегрузок;
- низкий уровень шума;
- легкость обслуживания;
- простота системы управления;
- простота и удобство наладки.

Для каждого конкретного случая проектирования технической системы конструктор подбирает перечень критериев развития из списка глобальных и частных критериев. Основой для выбора служат требования, предъявляемые к проектируемой системе. При этом уже на стадии выбора проектного решения конструктор стремится, чтобы система максимально удовлетворяла всем выбранным критериям.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Как называют параметры технического объекта, зависимые и независимые от окружающей среды?
2. Что такое критерии развития?
3. Приведите классификацию критериев развития.
4. Как критерии развития учитывают преемственность технических объектов?
5. Поясните сущность критерия расчленения технического объекта на элементы.
6. Что учитывают эргономические критерии развития?
7. Какие критерии развития называют общими и частными?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

## Дополнительная

1. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
3. Глебов, И.Т. Научно-техническое творчество [Текст] : учеб. пособие / И.Т. Глебов, В.В. Глухих, И.В. Назаров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. – 264 с. – 200 экз. – ISBN 5-230-25723-7.

## Лекция 5

### ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

#### 5.1 Общие сведения

Для решения задачи оптимизации необходимо иметь множество возможных (альтернативных) решений  $Y$  (рис.6.1). В этом множестве можно выделить множество допустимых решений  $Y_d$ . Решение называют допустимым, если оно удовлетворяет ограничениям (требованиям, предъявляемым к объекту): ресурсным, социальным и т.д. При этом

$$Y_d \dot{\subset} Y,$$

где символ  $\dot{\subset}$  означает, что множество  $Y_d$  есть часть или совпадает с множеством  $Y$  возможных решений. В множестве допустимых решений можно выделить множество эффективных решений  $Y_{\text{э}}$ , которое включает в себя несравнимые между собой наилучшие решения:

$$Y_{\text{э}} \dot{\subset} Y_d.$$

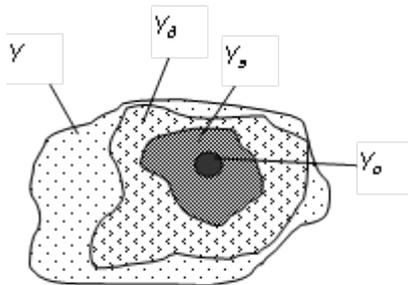


Рис.6.1 Типы решений

Решение  $Y_{\text{э}}$  называется оптимальным, если оно обеспечивает экстремум (максимум, минимум) одновременно всех критериев. Оптимальное решение находится в множестве эффективных решений:

$$Y_о \dot{\subset} Y_{\text{э}}.$$

Поскольку все критерии одновременно не могут принять экстремальные значения, то при решении многокритериальной задачи находят только рациональное решение.

Таким образом, задача оптимизации направлена на определение наилучшего (рационального) решения, путем последовательного сужения множеств  $Y$ ,  $Y_d$ ,  $Y_{\text{э}}$  в соответствии с допустимыми ограничениями и принятыми критериями:

$$Y_о \dot{\subset} Y_{\text{э}} \dot{\subset} Y_d \dot{\subset} Y.$$

Чем больше подобрано альтернативных вариантов, и чем более удачно подобраны критерии, тем больше вероятность того, что найденное решение будет самым лучшим.

В инженерной практике оптимизации можно отметить два правила:

- получение желаемого эффекта при минимуме затрат;
- получение максимального эффекта при использовании заданных ограниченных ресурсов.

Эти правила обрели значение экономических законов.

Субъектом всякого решения является лицо, принимающее решение (ЛПР). Это собирательное понятие, включающее как одно индивидуальное лицо, так и группу лиц

(групповое ЛПР). ЛРП осуществляет выбор решения. Выбор – это ключевая процедура процесса оптимизации. Выбор может быть критериальный, волевой и случайный.

С помощью критериев решаются одно- и многокритериальные задачи. Выбор с помощью критериев – самый точный.

Волевой выбор решения представляет собой осознанный и ответственный выбор в условиях, когда отсутствует полный комплекс критериев.

Случайный выбор применяется при полном незнании критериев оценки. Им можно пользоваться, когда область допустимых решений минимальна.

### **5.2 Концепция принятия решений**

Концепция принятия решений представляет собою систему взглядов, которая определяет общую направленность и методику принятия решений. Концепция включает следующие пункты.

1. В задаче принятия решений ЛПР выполняет основную роль. Оно принимает решения на основе своих предпочтений и несет за них ответственность.

2. Эксперты выполняют вспомогательную роль. Они несут ответственность только за свои рекомендации.

3. Измерение качества решений осуществляется на основе формирования альтернативных вариантов и их сравнительной оценки. Для оценки нужны альтернативные варианты, хотя бы два. Сравнительная оценка решений является единственным способом измерения предпочтительности в условиях отсутствия эталонов.

4. В условиях неопределенности может не существовать единственного оптимального решения. Для ЛПР, имеющих различные предпочтения, решения будут разными.

### **5.3 Ранжирование**

Для облегчения процесса выбора, исследуемые варианты оцениваются количественно и качественно. Количественное измерение важности и предпочтительности вариантов решений выполняется методом ранжирования.

Ранжирование – это процедура упорядочения. Выполняется она ЛПР. При ранжировании варианты решений расставляются в порядке предпочтения по отношению к каждому критерию.

Если среди вариантов нет эквивалентных (равнозначных) решений, то из них можно составить последовательность

$$x_1 > x_2 > x_3 > \dots > x_m$$

где вариант  $x_1$  более предпочтителен из всех вариантов; вариант  $x_2$  менее предпочтителен  $x_1$ , но предпочтительнее всех остальных и т.д.

Данное соотношение можно записать отношением чисел

$$c_1 > c_2 > c_3 > \dots > c_m.$$

Возможна обратная последовательность чисел

$$c_1 < c_2 < c_3 < \dots < c_m.$$

Если наиболее предпочтительному варианту присвоить число 1, то получим числовую последовательность

$$1 < 2 < 3 < \dots < m.$$

Здесь числа 1, 2, 3, ..., m называют рангами.

При ранжировании наиболее предпочтительному варианту присваивается ранг, равный единице, второму по предпочтительности – ранг, равный двум и т.д. Для эквивалентных вариантов назначаются одинаковые ранги, равные среднему

арифметическому значению рангов. В этом случае, например, ранги  $r_1=r_2=r_3=(3+4+5)/3=4$ .

#### 5.4 Выбор эффективных решений

Выбор решений – это заключительный и наиболее ответственный этап процесса принятия решений. Выбор выполняют путем последовательного сужения области решений и уменьшения неопределенностей. При этом множество допустимых вариантов решений сужается до множества эффективных вариантов решений. Процедура эта выполняется следующим образом.

Пусть множество допустимых решений содержит варианты  $Y_1, Y_2, \dots, Y_8$ . Для оценки вариантов подобраны критерии вариантов  $A_1, A_2, \dots, A_6$ .

Для определения эффективных решений значения всех критериев развития по вариантам приводят к рангам, и результаты заносят в таблицу (табл.5.1).

Табл. 5.1

Решения	Ранжирование вариантов решений по критериям						
	Критерии развития	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Y1	1	2	1	1	1	1	1
Y2	2	3	2	2	2	2	1
Y3	3	1	3	3	3	3	3
Y4	4	1	4	4	4	4	3
Y5	2	2	2	2	3	3	2
Y6	3	3	3	3	4	4	2
Y7	4	1	4	4	5	5	4
Y8	5	1	5	5	6	6	4

Сначала ранжируют варианты решений по критерию  $A_1$ . Для этого надо определить: в каком решении критерий  $A_1$  наилучшим образом реализован. В приведенном примере предпочтение отдано варианту  $Y_1$ , и ему присвоен ранг 1. Остальные варианты решений менее предпочтительны, и им присвоены ранги в пределах 2...5. Затем решения ранжируют последовательно по остальным критериям.

Определение области эффективных решений делается путем попарного сравнения вариантов решений. Сравнение выполняется по принципу Парето, согласно которому одно решение  $Y_i$  предпочтительнее другого решения  $Y_j$ , если выполняется векторное отношение “не хуже”:

$$(y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{iq}) \geq (y_{j1}, y_{j2}, \dots, y_{jq}).$$

Таким образом, одно решение предпочтительнее другого, если все значения рангов первого решения не хуже значений соответствующих рангов второго решения и, по крайней мере, для одного критерия имеет место строгое предпочтение.

Будем сравнивать решения попарно. Сравниваем ранги решений  $Y_1$  и  $Y_2$ . Первое решение будет предпочтительнее второго, так как его ранги выше, а шестой ранг не хуже чем у второго. Второе решение исключается из дальнейшего рассмотрения.

Затем сравниваем  $Y_1$  и  $Y_3$ . Все ранги первого решения выше, чем у третьего, но второй ранг хуже и поэтому третье решение исключить из рассмотрения нельзя.

Сравнивая попарно остальные решения, приходим к выводу, что все они хуже, чем решения  $Y_1$  и  $Y_3$ . Все они исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Таким образом, область допустимых решений сужена до двух эффективных решений  $Y_1$  и  $Y_3$ .

### 5.5 Определение единственного решения

Определение единственного решения – заключительный этап процедуры выбора. Для решения задачи нужна дополнительная информация. Если такой информации нет, то решение можно выбрать из области эффективных решений волевым порядком. Волевое решение будет близко к оптимальному.

Дополнительная информация может быть подготовлена группой экспертов, которые могут установить вес  $w_j$  для каждого выбранного критерия. Вес критерия назначают в пределах  $0...1$  (1 – существенная значимость критерия; 0,5 умеренная значимость; 0 – несущественная значимость). Для оптимального решения

$$y^* \leftarrow \min \sum_{s=1}^d K_s \omega_j$$

где  $K_s$  – значения рангов для каждого решения.

Для предыдущего примера результаты выбора рационального решения сведены в табл.5.2.

Таблица 5.2

Решения	Выбор рационального решения						
	Критерии развития						
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
Y1	1/1	2/2	1/0,5	1/0,4	1/0,2	1/0,1	3,2
Y3	3/3	1/1	3/1,5	3/1,2	3/0,6	3/0,3	7,6
Вес $w_j$	1	1	0,5	0,4	0,2	0,1	

Примечание. В числителе – значения рангов; в знаменателе произведение значения ранга на вес.

Оптимальным будет решение Y1.

Таким образом, рациональным будет то решение, для которого указанная сумма будет минимальна.

#### Вопросы для самоконтроля

1. При каких условиях возможно решение задачи оптимизации?
2. Поясните содержание концепции принятия решений при оптимизации.
3. Что такое ранжирование? Какова процедура его выполнения?
4. Приведите пример ранжирования.
5. Как осуществляется оценка вариантов по принципу Парето?
6. Как найти наилучший вариант решения задачи?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М.

Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.

2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

#### Дополнительная

1. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. – 1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.

2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.

3. Глебов, И.Т. Научно-техническое творчество [Текст] : учеб. пособие / И.Т. Глебов, В.В. Глухих, И.В. Назаров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. – 264 с. : ил. – 200 экз. – ISBN 5-230-25723-7.

## Лекция 6

### НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: ПОИСК, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ, ОБРАБОТКА

#### 6.1 Научная информация и ее источники

Тот факт, что этот поиск становится сейчас все сложнее и сложнее, в доказательствах не нуждается. Усложняется сама система поиска, постепенно она превращается в специальную отрасль знаний. Знания и навыки в этой области становятся все более обязательными для любого специалиста.

Понятие подготовленности в этом отношении складывается из следующих основных элементов:

четкого представления об общей системе информационных ресурсов и тех возможностях, которые дает использование информационных источников своей области;

знания всех возможных источников информации по своей специальности;

умения выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с его задачами и условиями;

наличия навыков в использовании вспомогательных библиографических и информационных материалов.

Характерной чертой развития современной науки является бурный поток новых научных данных, получаемых в результате исследований. Ежегодно в мире издается более 500 тысяч книг по различным вопросам. Еще больше издается журналов. Но, несмотря на это, огромное количество научной информации остается неопубликованной.

Информация имеет свойство "стареть". Это объясняется появлением новой печатной и неопубликованной информации или снижением потребности в данной информации. По зарубежным данным интенсивность падения ценности информации ("старения") ориентировочно составляет 10% в день для газет, 10% в месяц для журналов и 10% в год для книг.

Таким образом, отыскать новое, передовое, научное в решении данной темы — сложная задача не только для одного научного работника, но и для большого коллектива.

Недостаточное использование мировой информации приводит к дублированию исследований. Количество повторно получаемых данных достигает в различных областях научно-технического творчества 60 и даже 80%. А это потери, которые в США, например, оцениваются многими миллиардами долларов ежегодно.

Что же следует понимать под термином «информация»? Приведем несколько определений информации.

сообщение, осведомление о положении дел, сведения о чём-либо, передаваемые людьми;

уменьшаемая, снимаемая неопределённость в результате получения сообщений;

сообщение, неразрывно связанное с управлением, сигналы в единстве синтаксических, семантических и прагматических характеристик;

передача, отражение разнообразия в любых объектах и процессах (неживой и живой природы).

Научная информация – это получаемая в процессе познания логическая информация, которая адекватно отображает закономерности объективного мира и используется в общественно-исторической практике.

Из определения вытекает, что научной можно считать только ту информацию, которая удовлетворяет нескольким серьезным требованиям.

Во-первых, научная информация получается человеком в процессе познания, и, следовательно, неразрывно связана с его практической, производственной деятельностью, поскольку последняя является основой познания. Во-вторых, научная информация – это логическая информация, которая образуется путем обработки информации, поставляемой человеку органами чувств, при помощи абстрактно-логического мышления. Например, совокупность данных о температуре в различных точках нашей страны, не будет еще научной информацией. Информация будет научной в том случае, когда между данными будет установлена связь. При этом надо учитывать и третье условие отнесения той или иной информации к научной. Она должна адекватно отображать объективный мир. Однако выполнения этих условий не достаточно.

Чтобы информация считалась научной, она должна удовлетворять еще одному, четвертому условию: она должна непременно использоваться в общественно-исторической практике. Именно поэтому к научной информации не могут быть отнесены научно-фантастические литературные произведения. Не может считаться научной адекватная и логически обработанная информация, полученная кем-то в результате многолетних наблюдений за погодой только с той целью, чтобы выбрать себе наиболее подходящее время для отпуска. Этот пример показывает, что не всякое использование информации делает ее научной.

Под «источником научной информации» понимается документ, содержащий какое-то сообщение, а отнюдь не библиотека или информационный орган, откуда он получен. Это часто путают. Документальные источники содержат в себе основной объем сведений, используемых в научной, преподавательской и практической деятельности, и поэтому в этом разделе речь идет именно о них. К документам относят различного рода издания, являющиеся основным источником научной информации. Издание – это документ, предназначенный для распространения содержащейся в нем информации, прошедший редакционно-издательскую обработку, полученный печатанием или тиснением, полиграфически самостоятельно оформленный, имеющий выходные сведения.

Документы создают огромные информационные потоки, темпы которых ежегодно возрастают. Различают восходящий и нисходящий потоки информации.

Восходящий — это поток информации от пользователей в регистрирующие органы.

Исполнитель научной работы (НИИ, вузы и др.) после утверждения плана работ обязан в месячный срок представить информационную карту в соответствующие вышестоящие институты. К восходящему потоку относят также статьи, направленные в различные журналы.

Нисходящий — это поток информации в виде библиографических обзорных реферативных и других данных, который направляется в низовые организации по их запросам.

Все документальные источники научной информации делятся на первичные и вторичные. Первичные документы содержат исходную информацию, непосредственные результаты научных исследований (монографии, сборники научных

трудов, авторефераты диссертаций и т.д.), а вторичные документы являются результатом аналитической и логической переработки первичных документов (справочные, информационные, библиографические и другие тому подобные издания).

Рассмотрим, в первую очередь, те издания, из которых может быть почерпнута необходимая для научно-исследовательской работы информация. Это научные, учебные, справочные и информационные издания.

## **6.2 Научные издания**

Под научным понимают издание, содержащее результаты теоретических и/или экспериментальных исследований, а также научно подготовленные к публикации памятники культуры и исторические документы. Научные издания можно разделить на следующие виды: монография, автореферат, диссертации, препринт, сборник научных трудов, материалы научной конференции, тезисы докладов научной конференции, научно-популярное издание.

Монография - научное или научно-популярное книжное издание, содержащее полное и всестороннее исследование одной проблемы или темы, принадлежащее одному или нескольким авторам.

Автореферат диссертации - научное издание в виде брошюры, содержащее составленный автором реферат проведенного им исследования, предоставляемого на соискание ученой степени.

Препринт - научное издание, содержащее материалы предварительного характера, опубликованные до выхода в свет издания, в котором они могут быть помещены.

Сборник научных трудов - сборник, содержащий исследовательские материалы научных учреждений, учебных заведений или обществ.

Тезисы докладов научной конференции - научный непериодический сборник, содержащий опубликованные до начала конференции материалы предварительного характера: аннотации, рефераты докладов и/или сообщений.

Материалы научной конференции - научный непериодический сборник, содержащий итоги научной конференции (программы, доклады, рекомендации, решения).

Научно-популярное издание - издание, содержащее сведения: о теоретических или экспериментальных исследованиях в области науки, культуры и техники; изложенные в форме, доступной читателю-неспециалисту.

## **6.3 Учебные издания**

Учебное издание - это издание, содержащее систематизированные сведения научного или прикладного характера, изложенные в форме, удобной для изучения и преподавания, и рассчитанное на учащихся разного возраста и ступени обучения. К учебным изданиям относятся: учебник, учебное пособие, учебное наглядное пособие, учебно-методическое пособие, хрестоматия и т.д.

Учебник - учебное издание, содержащее систематическое изложение учебной дисциплины, ее раздела или части, соответствующее учебной программе и официально утвержденное в качестве учебника.

Учебно-методическое пособие - учебное издание, содержащее материалы по методике преподавания учебной дисциплины или по методике воспитания.

Учебное пособие - это учебное издание, дополняющее или частично заменяющее учебник и официально утвержденное в качестве учебного пособия.

Хрестоматия - учебное пособие, содержащее литературно-художественные, исторические и иные произведения или отрывки из них, составляющие объект изучения учебной дисциплины.

Учебное наглядное пособие - учебное издание, содержащее материалы в помощь изучению, преподаванию или воспитанию.

#### **6.4 Справочно-информационные издания**

Справочным называют издание, содержащее краткие сведения научного или прикладного характера, расположенные в порядке, удобном для их быстрого отыскания, не предназначенное для сплошного чтения.

Информационное издание - издание, содержащее систематизированные сведения об опубликованных, неопубликуемых или неопубликованных документах или результат анализа и обобщения сведений, представленных в первоисточниках.

Информационные издания выпускаются организациями, осуществляющими научно-информационную деятельность.

Информационные издания могут быть библиографическими, реферативными, обзорными.

Библиографическое издание - библиографическое пособие, выпущенное в виде отдельного документа. По многим экономическим наукам публикуются тематические библиографические справочники.

Реферативное издание - это информационное издание, содержащее упорядоченную совокупность библиографических записей, включающих рефераты.

Издания могут быть непериодическими, периодическими и продолжающимися.

Непериодические издания - это издания, выходящие однократно и не имеющие продолжения. К ним относятся: книги, брошюры, листовки и т.д. Книга - книжное издание объемом свыше 48 страниц. Брошюра - книжное издание объемом более 4-х, но не более 48 страниц. Листовка - в издательском деле - листовое издание объемом до четырех страниц.

Периодическое издание - серийное издание, выходящее, через определенные промежутки времени, постоянным для каждого года числом номеров (выпусков) и не повторяющимися по содержанию, однотипно оформленными нумерованными или датированными выпусками, имеющими одинаковое заглавие. К периодическим печатным изданиям - по законодательству РФ относят: газеты, журналы, альманахи, бюллетени, иное издание, имеющее постоянное название, текущий номер и выходящее в свет не реже одного раза в год.

Газета - это периодическое газетное издание, выходящее через краткие промежутки времени, содержащее официальные материалы, оперативную информацию и статьи по актуальным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, а также литературные произведения и рекламу. Обычно газета издается в виде больших листов (полос).

Журнал - периодическое журнальное издание, содержащее статьи или рефераты по различным общественно-политическим, научным, производственным и другим вопросам, литературно-художественные произведения; имеющее постоянную рубрику, официально утвержденное в качестве журнального издания. Журнал может иметь приложения. В России выпускается множество экономических журналов,

таких как «Экономист», «Вопросы экономики», «Российский экономический журнал», «Экономические науки» и др.

Альманах - сборник, содержащий литературно-художественные и/или научно-популярные произведения, объединенные по определенному признаку.

Бюллетень - периодическое или продолжающееся издание, выпускаемое оперативно, содержащее краткие официальные материалы по вопросам, входящим в круг ведения выпускающей его организации. Обычно периодические бюллетени имеют постоянную рубрику. Примерами таких изданий могут служить: биржевой бюллетень (периодический орган биржи, в котором публикуются курсы ценных бумаг, биржевые цены товаров, сведения о заключенных сделках), бюллетень курсов иностранной валюты (издаваемый Центральным Банком РФ официальный документ, содержащий сведения о курсе иностранных валют по отношению к рублю), бюллетень Комиссии по ценным бумагам и биржам (в США - периодическая публикация, касающаяся интерпретации правил и практики бухгалтерского учета, которых придерживается Комиссия по ценным бумагам и биржам), бюллетень по вопросам исследований в области бухгалтерского учета (издание Совета по принципам бухгалтерского учета).

#### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите признаки научной информации.
2. Назовите формы информационных изданий.
3. Особенности работы с научной и учебной литературой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / М.Ф. Шкляр. – 3-е изд. – М. Дашков и К, 2009. – 244 с. – 200 экз. – ISBN 978-5-394-00392-9.
2. Кохановский, В.П. Философия науки [Текст]: учеб. пособие / В.П. Кохановский, В.И. Пржиленский, Е.А. Сергодеева. – 2-е изд. – Ростов н/Д. : МарТ, 2006. – 200 экз. – ISBN 5-241-00460-2.
3. Сабитов, Р.А. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / Р.А. Сабитов. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2002. – 138с. – ISBN 5-7271-0587-0.

##### Дополнительная

1. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Текст]: учеб. пособие / И.Б. Рыжков. – СПб.: Лань, 2012. – 222 с. : ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-8114-1264-8.
2. Бессонов, Б.Н. История и философия науки [Текст]: учеб. пособие / Б.Н. Бессонов. – М.: Юрайт, 2010. – 395с. : ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9916-0581-6.
3. Ивин, А.А. Современная философия науки [Текст]: научное издание / А.А. Ивин. – М.: Высш. шк., 2005. – 592 с. – 1000 экз. – ISBN 5-06-005309-1.

## Лекция 7

### НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ: ПОИСК, СИСТЕМАТИЗАЦИЯ, ОБРАБОТКА

#### 7.1 Работа с источниками информации

Приступая к поиску необходимых сведений, следует четко представлять, где их можно найти и какие возможности в этом отношении имеют те организации, которые существуют для этой цели, — библиотеки и органы научной информации.

В первую очередь это библиотеки научные и специальные, т. е. предназначенные для обслуживания ученых, преподавателей и специалистов различного профиля. По своим возможностям они не равны, но, тем не менее, формы обслуживания читателей у них в основном одни и те же:

- справочно-библиографическое;
- читальный зал;
- абонемент;
- межбиблиотечный обмен;
- заочный абонемент;
- изготовление фото- и ксерокопий;
- микрофильмирование.

Для справочно-библиографического обслуживания каждая библиотека имеет специальный отдел (бюро), в котором в дополнение к системе каталогов и картотек собраны все имеющиеся в библиотеке справочные издания, позволяющие ответить на вопросы, связанные с подбором литературы по определенной теме, уточнением фамилий авторов, названия произведения и т. д.

Задачей библиографических отделов является также обучение читателей правилам пользования библиотечными каталогами и библиографическими указателями. Научная и специальная литература издается, как правило, сравнительно ограниченными тиражами. Поэтому в большинстве научных и специальных библиотек основной формой обслуживания является не абонемент, а читальный зал.

Пользуясь им и абонементом, каждый обязан помнить, что в больших книгохранилищах, имеющих сотни тысяч томов, подбор книг — сложный и трудоемкий процесс. Он значительно облегчается и ускоряется, если в заявке точно указаны все данные книги и ее шифр, особенно важен шифр, показывающий место ее хранения.

Для ускорения подбора литературы в большинстве библиотек практикуется система открытого доступа к полкам, при этом экономится время, появляется возможность ознакомиться с широким кругом литературы по интересующему вопросу. Во многих библиотеках отдельные материалы находятся в виде микрофильмов или микроафиш, для чтения их используется специальная аппаратура.

Межбиблиотечный абонемент (МБА) представляет собой территориально-отраслевую систему взаимного использования фондов всех научных и специальных библиотек страны. Зная о существовании той или иной книги, но не найдя ее в доступной библиотеке, можно заказать ее по МБА. Присланные на определенный срок книги выдаются для работы в читальном зале.

Многие научные и специальные библиотеки практикуют и такую форму обслуживания, как заочный абонемент. Иногородние читатели зачисляются на него по

заполнению гарантийного обязательства, заверенного руководителем учреждения. По заявкам требуемые книги высылаются по почте.

Все большее развитие получает изготовление фото- и ксерокопий материалов из книг, журналов, газет и их микрофильмов. Это дает огромную экономию времени и возможность иметь нужные для работы источники в их подлинном виде. В тех крупных библиотеках, где это налажено, заказы на все виды копирования могут быть сделаны при непосредственном обращении или по почте.

Органы научно-технической информации. Исходя из задач развития науки и практики, в соответствии с социально-экономической структурой нашего общества создана единая государственная система научно-технической информации (ГСНТИ), включающая в себя сеть специальных учреждений, предназначенных для ее сбора, обобщения и распространения. Предназначена она для обслуживания как коллективных потребителей информации — предприятий, научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, — так и индивидуальных.

В основу информационной деятельности в нашей стране положен принцип централизованной обработки научных документов, позволяющий с наименьшими затратами достигнуть полного охвата мировых источников информации и наиболее квалифицированно их обобщить и систематизировать. В результате этой обработки подготавливаются различные формы информационных изданий.

Реферативные журналы (РЖ) — основное информационное издание, содержащее преимущественно рефераты, иногда аннотации и библиографические описания литературы, представляющей наибольший интерес для науки и практики.

Бюллетени сигнальной информации (БСИ) — включают в себя библиографические описания литературы, выходящей по определенным отраслям знаний. Основная их задача — оперативное информирование обо всех научных и технических новинках.

Экспресс-информация (ЭИ) — информационные издания, содержащие расширенные рефераты статей, описаний изобретений и других публикаций, позволяющих не обращаться к первоисточнику.

Аналитические обзоры (АО) — информационные издания, дающие представление о состоянии и тенденциях развития определенной области (раздела, проблемы) науки или техники.

Реферативные обзоры (РО) — в целом преследуют ту же цель, что и аналитические, но в отличие от них носят более описательный характер, без оценки содержащихся в обзоре сведений.

Печатные библиографические карточки — содержат полное библиографическое описание источника информации.

Аннотированные печатные библиографические карточки.

Рефераты на картах (в том числе на перфокартах).

Фактографическая информация на картах.

Копии оглавлений текущих (иностранных) журналов, позволяющих составить представление о содержании номера.

Большая часть этих изданий распространяется по индивидуальной подписке. Просмотрев информационные материалы, каждый специалист может заказать ксеро-, фото- и микрофотокопии заинтересовавших его публикаций.

Непосредственную помощь специалистам в поиске информации оказывают отделы (бюро) научной информации в научно-исследовательских и проектных институтах и на предприятиях.

Работа каждого из них строится с учетом информационных потребностей учреждения в целом и отдельных категорий специалистов.

В соответствии с ними формируется справочно-информационный фонд (СИФ), состоящий из массива информационных документов и справочно-поискового аппарата, включающего в себя, помимо традиционных указателей и каталогов, различные картотеки: отчетов о выполненных научных исследованиях, проектной документации, авторских свидетельств и патентов, стандартов и нормалей, выпускаемых изделий, материалов, комплектующих деталей, узлов и аппаратуры, переводов, микрофильмов.

Помимо справочных, во многих отделах научно-технической информации практикуется создание фактографических картотек, содержащих в себе не только указание, где можно найти те или иные материалы, но и сами эти материалы: схемы, описания, нормативы и т. д.

### **Каталоги и картотеки**

Каталоги и картотеки — это принадлежность любой библиотеки и справочно-информационных фондов бюро научной информации. Под каталогом понимается перечень документальных источников информации, имеющихся в фонде данной библиотеки или бюро НТИ. Картотека — перечень всех материалов, выявленных по какой-то определенной тематике. Их, как правило, несколько, и речь обычно идет не просто о каталогах и картотеках, а о системе каталогов и картотек, где они взаимосвязаны и взаимно дополняют друг друга.

Создается, по крайней мере, два вида каталогов, один из которых алфавитный, а другой, группирующий литературу по содержанию, — систематический, или предметный.

Чтобы правильно пользоваться каталогами, совершенно необходимо знать общие принципы их построения. Кроме того, надо постараться разобраться в их системе в той библиотеке, в которой предстоит работать. В общем, составленные по единой схеме, все они тем не менее имеют свои особенности.

Алфавитный каталог. Ведущее место в системе каталогов занимает алфавитный. По нему можно установить, какие произведения того или иного автора имеются в библиотеке, и наличие в ней определенной книги, автор или название которой известны. Карточки алфавитного каталога расставлены по первому слову библиографического описания книги: фамилии автора или названию книги, не имеющей автора. Если первые слова совпадают, карточки расставляются по второму слову, при совпадении вторых слов — по третьему и т. д. В тех случаях, когда первое совпадающее слово относится к разным типам книжного описания, на первое место ставятся описания под индивидуальным автором, затем — под коллективным, а после этого под заглавием.

Карточки авторов-однофамильцев расставляются по алфавиту их инициалов. При этом сначала идут карточки без инициалов, затем с одним или двумя инициалами, а потом с именем и отчеством. По определенной схеме идет расстановка различных произведений одного автора: на первом месте — описания полного собрания сочинений, после них — собрания сочинений, затем сочинения, избранные произведения, избранные сочинения и уже после них отдельные произведения по алфавиту названий.

На разделителях алфавитного каталога указываются буквы алфавита, фамилии наиболее известных авторов и наименования учреждений.

Систематический каталог. Карточки здесь сгруппированы в логическом порядке по отдельным отраслям знаний. С его помощью можно выяснить, по каким отраслям знаний и какие именно произведения имеются в библиотеке, подобрать нужную литературу, а также установить автора и название книги, если известно ее содержание.

Последовательность расположения карточек систематического каталога всегда соответствует определенной библиографической классификации. В стране используются две такие классификации: Универсальная десятичная классификация (УДК); Библиотечно-библиографическая классификация (ББК).

Для того чтобы осмысленно пользоваться систематическими каталогами, нужно иметь представление о принципах построения этих классификаций.

## **7.2. Универсальная десятичная классификация (УДК)**

В основу этой международной классификации положен десятичный принцип, в соответствии с которым вся совокупность знаний и направлений деятельности условно разделена в таблицах УДК на десять отделов, каждый из которых подразделяется на десять подотделов, те в свою очередь на десять подразделений и т. д. При этом каждое понятие получает свой цифровой индекс.

Теоретически такое деление можно производить бесконечно, образуя индексы для более узких вопросов.

Индексы, составленные по основным таблицам УДК, называются простыми. Для удобства произношения каждые три цифры в них, считая слева, отделяются от последующих точкой (например, 533.76).

Помимо основных таблиц в УДК имеется еще некоторое количество «Таблиц определителей», содержащих понятия, необходимые для индексирования произведений по их дополнительным признакам.

Каждый из этих признаков, выраженный соответствующей цифрой, имеет свой особый символ для его выделения в общем ряду.

Универсальная десятичная система служит основой для библиографических и реферативных изданий по естественным наукам и технике для организации систематических каталогов научно-технических библиотек. Не предусматривается ее применение в каталогах универсальных библиотек и библиотек гуманитарного профиля.

### **Организация систематического каталога**

Принятая в данном каталоге классификационная система отражается с помощью карточек-разделителей, на выступах которых пишутся индексы и названия отделов, подотделов и рубрик от общих понятий к частным в порядке детализации того или иного раздела классификации. На поле карточки-разделителя пишется перечень делений, раскрывающих содержание данного индекса.

Внутри каждой рубрики карточки могут быть расставлены либо по алфавиту фамилий авторов, либо по году издания книги. В последнем случае обычно применяется обратнхронологическая расстановка, при которой впереди стоят книги, вышедшие в более поздние сроки.

Справочный аппарат систематического каталога включает в себя ссылочные, отсылочные и справочные карточки и алфавитно-предметный указатель. Ссылочные карточки указывают на то, где еще находится литература по близкому или смежному вопросу. Обозначаются они словами «см. также» и пишутся на разделителе того индекса, к которому относятся. Отсылочные карточки («см.») указывают, в каком отделе находится литература по искомому вопросу.

### **7.3 Предметный каталог**

Задачей этого каталога, так же как и систематического, является группировка литературы по ее содержанию. Однако в отличие от систематического каталога литература по тому или иному вопросу в нем объединена едиными рубриками вне зависимости от того, с каких позиций они изложены. Поэтому в предметном каталоге в одном месте находятся материалы, которые в систематическом каталоге были бы разбросаны по различным ящикам. Рубрификация предметных каталогов производится в соответствии с «рубрикаторами», имеющимися по всем отраслям знаний.

Каждый вопрос, выделенный в виде рубрики, в предметном каталоге получает словесную формулировку, составленную таким образом, чтобы основное понятие определялось первым словом. Степень детализации рубрик зависит от количества литературы по данному вопросу и ее значимости. Если в пределах рубрики собирается большое количество работ, то для удобства пользования каталогом вводятся новые подрубрики, разбивающие литературу по дополнительным признакам.

Рубрики предметного каталога расставлены, как правило, в порядке алфавита первых слов, поэтому в одном алфавитном ряду оказываются предметы, логически между собой не связанные.

Вследствие этого в предметном каталоге особое значение приобретает ссылочно-справочный аппарат. Он состоит здесь из тех же элементов, что и справочный аппарат систематического каталога: ссылочных, отсылочных и справочных карточек.

#### **Библиографические указатели**

Рост научной и технической литературы делает очень важной проблему «ключа» к ней. Таким ключом служат библиографические указатели — перечни литературы, составленные по тому или иному принципу. Библиография растет сейчас такими же быстрыми темпами, как и объем печатной продукции. Только в нашей стране ежегодно выпускаются тысячи названий различных библиографий и ряд специальных периодических изданий библиографического характера.

Подготовкой различного рода библиографических изданий занимаются многие организации: книжная палата, крупные библиотеки, институты научно-технической информации, многие научные учреждения и учебные заведения. Помимо тех библиографических указателей, которые выпускаются в виде отдельных изданий, библиография в той или иной форме присутствует в большинстве книг и статей. Все это определяет исключительное многообразие библиографических указателей. Они могут быть самыми различными по своим задачам, содержанию и форме.

Многообразие библиографических источников делает обязательным для любого специалиста иметь представление о всех их видах, как специальных (отраслевых), так и общих. Здесь приводится характеристика только некоторых основных изданий текущей библиографии.

Следить за всем тем, что выходит в стране, позволяет прежде всего комплекс «Летописей», издаваемых Книжной палатой.

Сведения о книгах и брошюрах по всем отраслям знаний содержит «Книжная летопись». В основном ее выпуске, выходящем еженедельно, приводятся данные о научной, научно-популярной, производственной и художественной литературе, а также о продолжающихся изданиях типа «Трудов» и «Ученых записок». В дополнительном выпуске (издается раз в месяц) описываются ведомственные, инструктивно-производственные, нормативные, учебно-методические и информационные издания,

книги, вышедшие без цены и бесплатно. Авторефераты диссертаций выходят отдельным выпуском.

Наряду со специальными библиографическими изданиями, основным содержанием которых являются сведения о различных произведениях печати, информацию о литературе дают многие книги и периодические издания. Эта информация составляет их библиографический аппарат, именуемый прикнижной (пристатейной) библиографией. Она рассматривается как составная часть библиографии определенной области или научной дисциплины.

#### **Работа с книгой.**

Умение работать с книгой — это умение правильно оценить произведение, быстро разобраться в его структуре, взять и зафиксировать в удобной форме все, что в нем оказалось ценным и нужным.

Работа с книгой — процесс сложный. Обусловлено это прежде всего тем, что чтение научно-литературных произведений всегда связано с необходимостью усвоения каких-то новых понятий. Сложно это и потому, что практически каждая книга оригинальна по своей композиции и требуются определенные усилия, чтобы понять ход мысли автора.

Умением работать с литературой обладают далеко не все. Наиболее частые ошибки — отсутствие должной целенаправленности в чтении, недостаточное использование справочного аппарата, нерациональная форма записи прочитанного. Все это снижает эффективность умственного труда, приводит к непроизводительным тратам времени.

#### **Техника чтения.**

Одной из особенностей чтения специальной литературы является то, что оно протекает в определенной последовательности: сначала предварительное ознакомление с книгой и только после этого ее тщательная проработка.

Предварительное ознакомление с книгой.

Ценность каждого научного произведения колеблется в весьма широких пределах. Далеко не любую книгу следует читать полностью, в ряде случаев могут быть нужны лишь отдельные ее части.

Поэтому для экономии времени и с тем, чтобы определить цели и подходы к чтению книги, рекомендуется начинать с предварительного ознакомления с ней в целях общего представления о произведении и его структуре, организации справочно-библиографического аппарата. При этом необходимо принять во внимание все те элементы книги, которые дают возможность оценить ее должным образом. Делать это лучше всего в следующей последовательности:

- заглавие;
- автор;
- издательство (или учреждение, выпустившее книгу);
- время издания;
- аннотация;
- оглавление;
- авторское или издательское предисловие;
- справочно-библиографический аппарат (указатели, приложения, перечень сокращений и т. п.).

Предварительное ознакомление призвано дать четкий ответ на вопрос о целесообразности дальнейшего чтения книги, в каких отношениях она представляет

интерес и какими должны быть способы ее проработки, включая сюда наиболее подходящую для данного случая форму записей.

Чтение книги.

Существуют два подхода к чтению научно-литературного произведения: беглый просмотр его содержания и тщательная проработка произведения в целом или отдельных его частей.

Беглый просмотр содержания книги необходим в тех случаях, когда предварительное ознакомление с ней не дает возможности определить, насколько она представляет интерес, и для того, чтобы быть в курсе имеющейся литературы по интересующему вопросу. Бывает и так, что становится ясно — в работе содержатся нужные материалы, и требуется ее полный просмотр, чтобы их найти. Беглый просмотр книги — по существу «поисковое» чтение.

Тщательная проработка текста (иногда его называют «сплошным чтением») — это усвоение его в такой степени, в какой необходимо по характеру выполняемой работы. Следует отметить, что прочесть текст — еще не значит усвоить его. Текст надо обязательно понять, расшифровать, осмыслить.

Вопрос об усвоении содержания книги часто понимают не совсем правильно. Многие считают, что главное — запомнить содержание прочитанного. Между тем усвоение и запоминание

совершенно разные понятия. Усвоить прочитанное — значит понять все так глубоко и продумать так серьезно, чтобы мысли автора, объединяясь с собственными мыслями, превратились бы в единую систему знаний по данному вопросу.

Само собой разумеется, что цель эта тем легче достигается, чем выше уровень подготовки специалиста и чем больше он знаком с тематикой изучаемой литературы. Нужно, однако, помнить и о другом: чтение специальной литературы — это и есть процесс накопления и расширения знаний. Значит, вопрос стоит не о том, какой уровень знаний требуется, чтобы приступить к чтению, а каким образом можно преодолеть те трудности, с которыми приходится сталкиваться в процессе чтения.

Рекомендации обычно сводятся к тому, что читать нужно «помедленнее» и «повнимательнее». Сами по себе они бесспорно правильны, но это далеко не основной ключ к тем материалам, в усвоении которых могут встречаться затруднения. Следует попытаться представить возможные причины этих затруднений.

Как показывает практика, чаще всего они возникают, если в процессе чтения не всегда удается разобраться в логической структуре материала книги. Это не просто, так как она бывает различной не только в каждой из книг, но может меняться от главы к главе и от страницы к странице в одной и той же работе.

Основные мысли любого сочинения можно понять и усвоить лишь в том случае, если в полной мере уяснена схема его построения. Необходимо проследить последовательность хода мыслей автора, логику его доказательств, установить связи между отдельными положениями, выделить то главное, что приводится для их обоснования, отделить основные положения от иллюстраций и примеров. Это уже не просто чтение, а глубокий и детальный анализ текста. И именно при таком подходе становится возможным понять его и по-настоящему усвоить.

Проведение такого анализа значительно облегчается, если все это попытаться изобразить на бумаге в текстовой форме, выписывая главные положения, или в форме графической схемы, на которой можно наиболее наглядно представить всю картину логических связей изучаемого явления. Усвоению тех или иных построений автора способствует также система подчеркиваний и выделений в тексте книги и нумерации

отдельных положений. В данном случае речь идет о книгах только из личной библиотеки.

При работе с однотипными текстами усвоению способствует использование заранее составленных перечней, содержащих вопросы, которые следует уяснить в процессе чтения. Очень часто «смысловый тупик» обусловлен не структурой текста произведения, а его терминологическими особенностями.

В процессе чтения могут попадаться непонятные слова, многие термины используются в различных контекстах неоднозначно, не всегда ясны различного рода сокращения. Все это затрудняет чтение, может приводить к искажению смысла текста. Необходимо приучить себя к обязательному уточнению всех тех терминов и понятий, по поводу которых возникают хоть какие-либо сомнения. Очень важно для этого всегда иметь под рукой необходимые справочники и словари.

Часто говорят о необходимости критического и творческого восприятия литературных данных. Думается, что ни то ни другое не может рассматриваться в качестве практических рекомендаций. Это должно прийти само по себе по мере накопления опыта. На определенном профессиональном уровне могут возникнуть те или иные несогласия со взглядами отдельных авторов, появятся аргументированные доводы против каких-то их положений и возможность сопоставления со своими взглядами.

Тем более это относится и к творческому подходу. Конечно же, чтение — это стимуляция идей. Внимательное ознакомление с любым текстом должно вызвать какие-то мысли, соображения, даже гипотезы, отвечающие собственным взглядам на вещи. Но все эти вопросы находятся вне того, что касается техники чтения.

Записи при чтении.

Чтение научной и специальной литературы, как правило, должно сопровождаться ведением записей. Это непереносимое условие, а не вопрос вкуса или привычки. Необходимость ведения записей в процессе чтения неотделима от самого существа использования книги в работе, будь то наука или практика.

Не случайно всегда говорится о необходимости чтения «с карандашом в руке». Ведение записей способствует лучшему усвоению прочитанного, дает возможность сохранить нужные материалы в удобном для использования виде, помогает закрепить их в памяти, позволяет сократить время на поиск при повторном обращении к данному источнику.

Облегчает работу не каждая запись. Нередко можно наблюдать, как выписывание тех или иных данных из книг превращается в совершенно бессмысленное занятие, отнимающее время. Рациональными записи могут быть лишь в том случае, если соблюдены некоторые общие требования к их ведению и правильно выбрана их форма.

В качестве первого требования следует повторить то, что уже было сказано в отношении обязательности их ведения. Иногда считают, что записями сопровождается чтение книг, только наиболее важных для работы. Это неверно. Нужно взять за правило вести записи при чтении любой специальной литературы.

Ведение записей — обязательный элемент работы над книгой, неотделимый от процесса чтения, и поэтому их нельзя откладывать «на потом».

Следует вырабатывать в себе умение читать и вести записи в любых условиях. Особенно важно быть дисциплинированным в отношении немедленной и обязательной записи оригинальных мыслей, появляющихся в процессе чтения. Надо помнить, что они являются результатом ассоциаций, которые в других условиях не возникнут.

Записи должны быть предельно полными. Это, как правило, занимает гораздо меньше времени, чем повторное обращение к книге. Необходимо предвидеть и будущую потребность в материале, имеющемся в книге, и в пределах разумного взять из нее все, что только возможно.

Существует ряд практических приемов, направленных на то, чтобы записи в процессе чтения занимали бы как можно меньше времени, и на то, чтобы ими в дальнейшем можно было легко пользоваться.

Для этого прежде всего нужно стремиться к лаконизму в изложении и к использованию всякого рода сокращений. Большую экономию времени дает также применение условных знаков- символов (например, математических: равно, больше, меньше и т. д.). Можно здесь вводить и любые свои знаки.

Стремление к лаконизму должно, разумеется, иметь определенную меру. Нужно помнить, что всякого рода крючки и закорючки, равно как и «телеграфный язык», становятся со временем столь же трудно читаемыми, как письменность майя. Иногда бывает легче второй раз прочесть книгу, чем разобраться в небрежных записях.

Важными требованиями являются также наглядность и обозримость записей и такое их расположение, которое бы помогало уяснить логические связи и иерархию понятий. Сделать это возможно с помощью системы заголовков, подзаголовков и ключевых слов, а также путем расчленения текста за счет абзацных отступов, подчеркиваний, нумерации отдельных понятий и т. д.

К общим моментам техники записей относится также вопрос о форме. Выбор здесь идет между так называемой «книжной» формой (использованием материалов в сброшюрованном виде) и «карточной» формой. Подчас можно услышать, что это дело вкуса. В действительности это совсем не так. Несомненные преимущества имеет карточная форма как лучший способ систематизации любых материалов.

Практическая рекомендация — вести записи только на одной стороне листа. При этом ускоряется их поиск и систематизация, становится возможным производить любые вставки в текст, использовать записи при работе над докладами и рукописями научно-литературных произведений. В последнем случае целесообразно бывает все записи иметь в двух экземплярах: один остается для хранения, а второй идет на «разрез» для подготовки статей, брошюр, книг и т. д.

Постоянный вопрос, встающий в разговоре о записях при чтении, — когда их делать. Единого ответа здесь быть не может: все зависит от вида записей.

Насколько различны цели и условия чтения научной, учебной и специальной литературы, настолько могут быть различными и виды тех записей, которыми это чтение сопровождается.

Каждый из перечисленных видов записей в значительной степени отличается один от другого и по своему содержанию, и по сложности: одни содержат «сжатую» информацию, в других она дается в развернутом виде — или лишь «ключ» для ее поиска; в одних — те или иные сведения в том самом виде, в котором они были в книге, в других — результат их аналитической переработки и т. д. Далеко не безразлично поэтому, какой вид записи будет использован в каждом конкретном случае. Надо стараться сделать так, чтобы он в полной мере соответствовал характеру работы с книгой.

В отношении каждого отдельного вида записей имеется ряд правил и практических приемов их ведения, направленных на то, чтобы они возможно полнее отвечали своему назначению.

Прежде всего, о группе записей, не связанных с необходимостью аналитической переработки текста.

Выписки. По своему характеру они настолько разнообразны, что, казалось бы, между ними ничего не может быть общего. Тем не менее и в отношении их следует сказать об определенных требованиях. Прежде всего — особая тщательность записей. Любая небрежность в выписке данных из книги обычно оборачивается значительными потерями времени на их уточнение или повторный поиск.

Иногда пытаются давать рекомендации по поводу того, сколько их надо делать, и предостерегают против большого количества. Выписывают все те данные, которые представляют интерес для работы. Судить о том, сколько их нужно, может только сам специалист, и нелепо придумывать какие-то искусственные ограничения.

Исключение составляют лишь текстовые выписки-цитаты. Здесь, действительно, уместно предостеречь от излишнего стремления выписывать все дословно. Часто бывает, что та или иная мысль без всякого ущерба может быть передана своими словами. Дословно выписывать следует лишь то, что обязательно должно быть передано именно в той форме, в какой это было у автора книги.

В некоторых случаях бывает целесообразным использование так называемых формализованных выписок. Листы или карточки для выписок должны быть заранее разграфлены, и все данные выписываются на отведенные для них места (строки, графы). Использование таких заранее подготовленных форм ускоряет выборку из книги нужных данных.

Имея в перспективе ту или иную форму копирования прочитанного материала — фотографирование, микрофильмирование, ксерокопирование и т. д., следует сразу же по ходу чтения готовить перечень страниц (фрагментов текста), подлежащих копированию.

Примером, облегчающим работу с книгой, является использование закладок с надписями. В процессе чтения они позволяют быстро находить нужные разделы — оглавление, всякого рода указатели, перечни сокращений, карты, таблицы и т. д. Кроме того, закладками могут быть обозначены все те места в книге, которые понадобятся в дальнейшем.

При чтении научной, учебной и специальной литературы довольно распространена практика всякого рода пометок и выделений в книгах. Делаются они на полях или прямо в тексте, выделяя то главное, на что надо обратить внимание или вернуться еще раз; те или иные непонятные места, положения, с которыми нельзя согласиться; удачные или малоудачные выражения, цитаты, подлежащие выписке или копированию.

Систему эту следует всячески рекомендовать, так как использование пометок и выделений позволяет значительно сократить время работы с книгой, облегчая ориентировку в ней и усвоение ее содержания. Какими эти пометки и выделения должны быть по форме, каждый решает сам. Использовать для этого можно различные линии, символы, цифры. Главное, чтобы избранная система была достаточно стройной и стабильной. Выделения в книге могут касаться не только текста, но и графики. Раскрашивание схем и рисунков, особенно сложных и труднопонимаемых, во многих случаях делает их более наглядными и значительно удобными.

В тех случаях, когда в книге нужно выделить какие-то части текста, а пометки в ней делать нельзя, целесообразно пользоваться так называемой «системой чистых листов»: между страницами вкладываются чистые листы бумаги, на которых делаются пометки на уровне интересующего текста.

При необходимости возле этих пометок могут быть краткие пояснения. Листы с пометками нумеруются в соответствии со страницами книги. В дальнейшем, приложив такой лист к тексту, можно сразу же найти нужные места.

Результатом проработки книги может быть еще и такой вид записи, как перечень страниц, содержащих материалы по определенным вопросам. В дополнение к номерам страниц в нем целесообразно также указывать, в каких абзацах находятся нужные материалы или расстояние до них от верха или низа страницы в сантиметрах. Вторая группа записей — аналитическая.

Простейшими из них являются оценочные записи на библиографических карточках личной картотеки. Этим фиксируется факт, что данная книга была просмотрена или проработана и о ней сложилось определенное мнение в двух-трех словах, из которых станет ясно, следует ли еще раз обращаться к данной книге и что в ней можно найти. Более сложный вид записи — составление плана книги, отражающего ее содержание и структуру. По существу планом любой книги является ее оглавление, но как форма записи при чтении он должен быть несколько подробнее оглавления. Кроме общего плана книги, могут быть еще планы отдельных ее частей, показывающие ход мыслей автора, логику его доказательств и обоснований. Пользуясь планом, можно легко восстановить в памяти содержание любого произведения. Составление плана может рассматриваться также в качестве предварительного этапа работы перед тем, как перейти к более сложным видам записей — тезисам и конспекту.

Тезис — греческое слово, означающее «положение». Таким образом, тезисы — это основные положения книги. Для того чтобы их составить, требуется достаточно полное усвоение содержания произведения, четкое представление о его основной идее и главных положениях, утверждаемых автором.

Располагать тезисы следует в логической последовательности, в которой наиболее правильно изложены основные идеи книги. Это не всегда совпадает с последовательностью изложения материала.

В самих тезисах, как правило, не должно содержаться фактических данных. Однако иногда бывает целесообразно, выделяя от текста тезисы, дать краткий перечень фактов, которые приводятся автором в обоснование своих положений. В тех случаях, когда в книге наряду с фактическим материалом наличествуют разного рода рассуждения, нужно каким-то образом отделить их друг от друга, чтобы при ознакомлении с каждым из тезисов видеть, обоснован ли он фактами или имеются только общие рассуждения.

Одним из наиболее часто практикуемых видов записей является конспект, т. е. краткое изложение прочитанного. В буквальном смысле слово «конспект» означает «обзор». По существу, его и составлять надо как обзор, содержащий основные мысли произведения, без подробностей и второстепенных деталей. Слишком подробный конспект — уже не конспект. По своей структуре он чаще всего соответствует плану книги.

Помимо обычного текстового конспекта, в ряде случаев целесообразно использовать такой конспект, где все записи вносятся в заранее подготовленные таблицы (формализованный конспект). Это удобно при конспектировании материалов, когда перечень характеристик описываемых предметов или явлений более или менее постоянен.

Табличная форма конспекта может быть применена также при подготовке единого конспекта по нескольким источникам, особенно если есть необходимость сравнения отдельных данных. Разновидностью формализованного конспекта является

запись, составленная в форме ответов на заранее подготовленные вопросы, обеспечивающие исчерпывающие характеристики однотипных предметов или явлений.

Конспект такого типа также очень удобен, когда предполагается сопоставление тех или иных характеристик. Еще одна форма конспекта — графическая. Суть ее в том, что элементы конспектируемой работы располагаются в таком виде, при котором видна иерархия понятий и взаимосвязь между ними. На первой горизонтали находится формулировка темы, на второй показано, какие основные положения в нее входят. Эти положения имеют свои подразделения и т. д. По каждой работе может быть не один, а несколько графических конспектов, отображающих книгу в целом и отдельные ее части.

Ведение графического конспекта — наиболее совершенный способ изображения внутренней структуры книги, а сам этот процесс помогает усвоению ее содержания.

Словарь терминов и понятий. Не случайно относится к группе записей, связанных с необходимостью аналитической переработки текста. Составить для себя такой словарь и дать точное толкование всем специальным терминам и понятиям — дело далеко не механическое.

Очень часто оно связано с необходимостью длительного поиска в справочниках и руководствах. Ведение словаря терминов и понятий обычно связывают с процессом обучения чтению профессиональной литературы. Это неверно. При той сложности, которая сейчас характерна для специальной терминологии, при отсутствии единства в ней, при частых изменениях, а также при обилии всевозможных сокращений вести подобный словарь совершенно обязательно для специалиста любого уровня подготовки. Он может значительно облегчить работу с источниками информации.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите признаки научной информации.
2. Назовите формы информационных изданий.
3. Особенности работы с научной и учебной литературой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / М.Ф. Шкляр. — 3-е изд. — М. Дашков и К, 2009. — 244 с. — 200 экз. — ISBN 978-5-394-00392-9.
2. Сабитов, Р.А. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / Р.А. Сабитов. — Челябинск: Челяб. гос.ун-т, 2002. — 138с. — ISBN 5-7271-0587-0.

##### Дополнительная

1. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Текст]: учеб. пособие / И.Б. Рыжков. — СПб.: Лань, 2012. — 222 с. : ил. — 200 экз. — ISBN 978-5-8114-1264-8.

## Лекция 8

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ. ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

#### 8.1 Этапы разработки устройств автоматики

Как Государственными стандартами РФ определен порядок разработки и постановки на производство продукции технического назначения, в том числе и устройств автоматики (УА). В частности, Государственным стандартом установлены следующие стадии разработки:

- техническое предложение;
- эскизный проект (ЭП);
- технический проект.

Основой для разработки является техническое задание (ТЗ), содержание которого устанавливает ГОСТ. В ТЗ излагаются назначение и область применения разрабатываемых технических средств, технические, конструктивные, эксплуатационные и экономические требования, условия по их хранению и транспортированию, требования по надежности, правила проведения испытаний и приемки образцов в производстве.

На стадии технических предложений проводится анализ существующих технических решений, патентные исследования, проработка возможных вариантов создания УА, выбор оптимального решения, макетирование отдельных узлов, выработка требований для последующих этапов разработки, оценка стоимости опытного образца.

На стадии эскизного проектирования осуществляют конструкторскую и технологическую проработку выбранного варианта реализации; изготавливается действующий образец или серия; проводятся их испытания в объеме, достаточном для подтверждения заданных в ТЗ технических и эксплуатационных параметров; организуется разработка в полном объеме необходимой конструкторской документации, которой присваивается литера «Э»; прорабатываются основные вопросы технологии изготовления, наладки и испытания элементов, узлов, устройств и устройства в целом; предварительно оценивается надежность изделия.

На стадии технического проекта принимаются окончательные решения о конструктивном оформлении УА и составляющих его узлов, разрабатывается полный комплект конструкторской и технологической документации, которой присваивается литера «Т», изготавливается опытная серия устройств, проводятся испытания на соответствие заданным в ТЗ техническим и эксплуатационным требованиям. Результаты технического проектирования являются основой для разработки полного комплекта рабочей конструкторской документации, которой присваивается литера «О».

В последующем осуществляется технологическая подготовка производства, выпуск установочной серии и организация серийного (массового) выпуска.

Стадии разработки ТЗ, технических предложений и ЭП включаются, как правило, в научно-исследовательскую работу (НИР), а стадии разработки технического проекта и технологической подготовки производства – в опытно-конструкторскую разработку.

В последние годы применительно к продукции технического назначения используется термин жизненный цикл, под которым понимаются все этапы создания

изделия, начиная с разработки ТЗ и кончая эксплуатацией готовых изделий с последующей утилизацией.

## **8.2 Техническая документация**

На всех этапах жизненного цикла (разработка – производство – эксплуатация) УА сопровождает техническая документация (ТД). Состав этой документации и ее содержание регламентируется Государственными стандартами. В настоящее время в стране действует большое количество стандартов, которые сгруппированы по направлениям жизненного цикла изделий в следующие комплексы:

- единая система конструкторской документации (ЕСКД);
- единая система технологической документации (ЕСТД);
- единая система программной документации (ЕСПД);
- единая система технологической подготовки производства (ЕСТПП);
- единая система защиты изделий и материалов от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС) и др.

Основная задача стандартизации — обеспечить единую нормативно техническую, информационную, методическую и организационную основу проектирования, производства и эксплуатации изделий. При этом обеспечивается использование единого технического языка и терминологии, взаимообмен документацией между предприятиями без ее переоформления, совершенствование организации проектных работ, возможность автоматизации разработки ТД с унификацией машинно-ориентированных форм документов, совершенствование способов учета, хранения и изменения документации и др.

Единая система конструкторской документации. Государственные стандарты, входящие в ЕСКД, устанавливают взаимосвязанные единые правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения конструкторской документации на изделия, разрабатываемые и выпускаемые предприятиями всех отраслей промышленности.

Конструкторские документы (КД) — графические и текстовые документы, в отдельности или в совокупности определяющие состав и устройство изделия и содержащие необходимые данные для его разработки и изготовления, контроля, приемки, эксплуатации, ремонта, утилизации.

К графическим конструкторским документам относятся:

- чертеж детали – изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;

- сборочный чертеж: (СБ) – изображение сборочных единиц и другие детали, необходимые для сборки и контроля;

- чертеж: общего вида (ВО) – определяет конструкцию изделия, взаимодействие его основных частей и поясняет принцип работы изделия;

- теоретический чертеж: (ТЧ) – геометрическая форма (обводы) изделия и координаты расположения основных частей;

- габаритный чертеж: (ГЧ) – контурное изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;

- электромонтажный чертеж: (ЭМ) – данные для электрического монтажа изделия;

- монтажный чертеж (МЧ) – контурное изображение изделия и данные для его установки на месте эксплуатации;

- установочный чертеж: (УЧ) – данные для установки изделия;

схема – составные части изделия в виде условных изображений или обозначений и связи между ними.

К текстовым конструкторским документам относятся:

спецификация – определяет состав сборочной единицы, комплекса, комплекта;

ведомость спецификаций (ВС) – перечень всех спецификаций составных частей изделия с указанием их количества и входимости;

ведомость ссылочных документов (ВД) – перечень документов, на которые имеются ссылки в КД на изделие;

ведомость покупных изделий (ВП) – перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии;

ведомость разрешений применения покупных изделий (ВИ) – перечень покупных изделий, разрешенных к применению по ГОСТу;

ведомость держателей подлинников (ДП) – перечень организаций – хранителей подлинников, примененных в изделии документов;

ведомость технического предложения (ВТ) – перечень документов, вошедших в техническое предложение;

ведомость эскизного проекта (ЭП) – перечень документов, вошедших в эскизный проект;

ведомость технического проекта (ТП) – перечень документов, вошедших в технический проект;

пояснительная записка (ПЗ) – описание устройства и принципа действия разработанного изделия, а также обоснование разработки;

технические условия (ТУ) – требования к изделию, его изготовлению, контролю качества, приемке и поставке;

программа и методика испытаний (ПМ) – технические данные, подлежащие проверке при испытании изделия, порядок и методы их контроля;

таблица (ТБ) – данные, сведенные в таблицу;

расчет (РР) – расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность, расчет теплового режима и др.;

эксплуатационные документы – документы для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации;

ремонтные документы – данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях;

инструкция (И) – указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле и т. п.);

патентный формуляр (ПФ) – документ, содержащий результаты патентного поиска, осуществленного при разработке изделия. В нем содержится оценка патентоспособности, патентная чистота и технический уровень разработанного изделия, материала, процесса, метода.

Единая система технологической документации. Государственные стандарты, входящие в ЕСТД, устанавливают взаимосвязанные единые правила и положения по порядку разработки, оформления и обращения технологической документации, разрабатываемой и применяемой на предприятиях всех отраслей промышленности страны.

Технологические документы (ТД) – текстовые и графические документы, в отдельности или в совокупности определяющие порядок изготовления изделия, проведения процессов и содержащие необходимые данные для контроля и приемки изделий.

Виды и правила проектирования ТД определяются видом производства, на котором будут изготавливаться или ремонтироваться изделия и его составные части. В машино- и приборостроении производства в зависимости от назначения можно разделить на основное, вспомогательное и опытное.

Основное производство – производство товарной продукции, вспомогательное – производство средств, необходимых для обеспечения функционирования основного производства. Опытное производство – производство образцов, партий и серий изделий при проведении научно-исследовательских работ.

По типу различают единичное, серийное и массовое производство. По организации разделяют на поточное, групповое и установившееся производство. По уровню применяемых средств автоматизации и механизации различают автоматизированное и механизированное производство. По виду или признаку применяемого метода для изготовления (ремонта) изделия различают производства: литейное, прессовое, механообрабатывающее, термическое, сборочное, сварочное, гальваническое, лакокрасочное, полупроводниковое, вакуумное и др.

Основные технологические документы содержат различную информацию:

- о комплектующих составных частях изделия и применяемых материалах;
- о действиях, выполняемых исполнителями при проведении технологических процессов и операций.

- о средствах технологического оснащения производства;
- о наладке средств технологического оснащения и применяемых данных по технологическим режимам;

- о расчете трудозатрат, материалов и средств технологического оснащения;

- о технологическом маршруте изготовления и ремонте;

- о требованиях к рабочим местам, экологии окружающей среды и т.п.

Основные технологические документы используют, как правило, на рабочих местах. Вспомогательные технологические документы разрабатывают с целью улучшения и оптимизации организации работ по технологической подготовке производства. Производные технологические документы применяют для решения задач, связанных с нормированием трудозатрат, выдачей и сдачей материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий.

Различают следующие виды технологических документов:

- ведомость технологических маршрутов (ВТМ) – сводная информация по технологическому маршруту изготовления изделия и его составных частей;

- ведомость материалов (ВМ) – сводные подетальные нормы расхода материалов (основных и вспомогательных) на изделие;

- ведомость специфицированных норм расхода материалов (ВСН) – сводные данные по специфицированным нормам расхода материалов на изделие;

- ведомость удельных норм расхода материалов (ВУН) – удельные нормы расхода материалов, применяемых при выполнении процессов на покрытия;

- ведомость применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии (ВП) – указания о применяемости деталей (сборочных единиц) в изделии;

- ведомость применяемости стандартных, покупных, оригинальных деталей и сборочных единиц (ВП/СОП) – то же, что и ВП;

- ведомость сборки изделия (ВП/ВСИ) – порядок сборки изделия с учетом очередности входимости составных частей и их количества;

технологическая ведомость (ТВ) – указания по группированию деталей и сборочных единиц по конструкторско-технологическим или технологическим признакам;

ведомость технологических документов (ВТД) – полный состав технологических документов, применяемых при изготовлении изделия;

ведомость оснастки (ВО) – полный состав технологической оснастки, применяемой при изготовлении (ремонте) изделия;

ведомость оборудования (ВОБ) – полный состав оборудования, применяемого при изготовлении (ремонте) изделия;

технологическая инструкция (ТИ) – описание часто повторяющихся приемов работы, действий по наладке и настройке средств технологического оснащения, приготовлению растворов, электролитов, смесей и др., а также отдельных типовых и групповых технологических процессов (операций);

маршрутная карта (МК) – сводные данные по составу применяемых операций, оборудованию, технологических документов и по трудозатратам на технологический процесс;

операционная карта (ОК) – операционное описание единичных технологических операций;

паспорт технологический (ПТ) – комплекс процедур по выполнению технологических операций исполнителями, технологическому контролю, контролю представителями заказчика или госприемки;

журнал контроля технологического процесса (ЖКТП) предназначен для контроля параметров технологических режимов, применяемых при выполнении операций на соответствующем оборудовании, и др.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Этапы разработки устройств автоматики.
2. Комплексы технической документации.
3. Графические конструкторские документы.
4. Текстовые конструкторские документы.
5. Виды технологических документов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-7038-2716-7.

2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

3. Волошенко, А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования [Текст]: учеб. пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.: ил. – 100 экз. – ISBN 987-5-98298-860-7.

## Дополнительная

1. Каленкович, Н.И. Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования [Текст] / Н.И. Каленкович, С.М. Боровиков, А.М. Ткачук, Н.С. Образцов. – Минск: БГУИР, 2008. – 200 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-985-488-272-7.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
3. Амосов, В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие / В.В. Амосов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9775-0018-0.
4. Воробьев, В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие / В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2005. – 280 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-9532-0212-1.
5. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст] / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев – М.: КолосС, 2005. – 352с.: ил. – 1000 экз. – ISBN: 5-9532-0140-0.

## Лекция 9

### УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

#### 9.1 Внешние факторы, влияющие на работоспособность электрооборудования

Внедрение Условия эксплуатации электрооборудования (ЭО) характеризуются комплексом параметров, называемых внешними воздействующими факторами, которые имеют различную физико-химическую природу и изменяются в весьма широких пределах. Эти факторы принято разделять на климатические, механические и радиационные.

К климатическим факторам относят: изменение температуры и влажности окружающей среды; тепловой удар; изменение атмосферного давления; наличие движущихся потоков пыли или песка; присутствие активных веществ в окружающей атмосфере; наличие солнечного облучения, грибковых образований (плесень), микроорганизмов, насекомых, грызунов; взрывоопасной и легковоспламеняющейся атмосферы; дождя и брызг; присутствие в окружающей среде озона.

К механическим факторам относят: воздействие вибраций, ударов, линейного ускорения, акустического удара.

К радиационным факторам относят: космическую радиацию; ядерную радиацию от реакторов, атомных двигателей, радиационно-опасных ситуаций; облучение потоком гамма-фотонов, нейтронов, бета-частиц, альфа-частиц, протонов, дейтронов.

Некоторые из перечисленных факторов могут проявлять себя независимо от остальных, а некоторые – в совместном действии с другими факторами.

##### 9.1.1 Климатические факторы

Нормальными климатическими условиями являются: температура  $(+25 \pm 10)^\circ\text{C}$ , относительная влажность 45...80%, атмосферное давление  $(8,3... 10,6) \times 10^4 \text{ Па}$  (630...800 мм рт. ст.), отсутствие активных веществ в окружающей атмосфере.

Совокупность воздействующих на конструкцию ЭО отдельных климатических факторов и их характеристики определяются той климатической зоной, в которой она эксплуатируется. Весь земной шар разделен на семь климатических зон, климат которых определяется как очень холодный, холодный, умеренный, тропически влажный, тропически сухой, умеренно холодный морской и тропический морской.

Очень холодный регион располагается в Антарктиде. Средняя минимальная температура в нем ниже  $-60^\circ\text{C}$ . Характерной особенностью этого региона является сочетание низких температур с сильным ветром.

В холодную зону включены большая часть России. Средняя минимальная температура здесь достигает  $-50^\circ\text{C}$ , годовой перепад температур для некоторых районов составляет  $80^\circ\text{C}$ , среднесуточный — до  $40^\circ\text{C}$ . Особенностью для этой климатической зоны является наличие высокой прозрачности атмосферы, что благоприятно для ионизации воздуха и, как следствие, накоплению на поверхности аппаратуры статического электричества. Характерным также является обледенение, иней, ветер с мелкой снежной пылью.

В умеренный климатический регион включена часть территории России. Для него характерно годовое изменение температур от  $-35$  до  $+35^\circ\text{C}$ , образование инея, выпадение росы, наличие тумана, изменение давления воздуха от 86 до 106 кПа.

Влажная тропическая зона располагается вблизи экватора. Для этой зоны характерны среднегодовые температуры +20...+25 °С с перепадом температуры за сутки не более 10 °С. Высокая влажность и повышенная концентрация солей (особенно вблизи побережья морей и океанов) делает атмосферу этой зоны коррозионно-агрессивной. В промышленных районах в атмосфере содержится сернистый газ и хлориды. Благоприятное сочетание температуры и влажности способствует существованию более 10000 видов плесневых грибов.

Зона с сухим тропическим климатом характеризуется высокими температурами (до +55 °С), низкой влажностью, интенсивным солнечным излучением (до 1500 Вт/м<sup>2</sup>), высоким содержанием пыли и песка в атмосфере. Последнее способствует отрицательному абразивному и химическому воздействию на аппаратуру.

Умеренно холодная морская зона включает моря, океаны и прибрежные территории, расположенные севернее 30° северной широты и южнее 30° южной широты. Остальная часть морей, океанов и прибрежных территорий относится к тропически морской зоне. Климат морских зон отличается сравнительно небольшими суточными перепадами температур, наличием высокой влажности и значительной концентрацией хлоридов в атмосфере.

Повышенные и пониженные температуры влияют на место установки ЭО, расположение источников внешнего нагрева, выделение тепла активными элементами внутри ЭО и суточным изменением температуры окружающей среды. Необходимо, чтобы температура нагрева наиболее чувствительных к окружающей температуре элементов находилась в допустимых для этих элементов пределах. Кроме того, многие конструктивные материалы при высоких температурах претерпевают структурные изменения (тепловое старение материалов).

Работоспособность ЭО определяется допустимым температурным диапазоном работы, в котором оно должно выполнять заданные функции в рабочем, т. е. во включенном состоянии. Для исключения выхода из строя ЭО в процессе хранения и транспортирования в нерабочем, невключенном состоянии необходимо, чтобы она выдерживала температуры, несколько большие допустимого диапазона. Эти температуры, называемые предельными, характеризуют тепло- и холодопрочность конструкции ЭО.

Тепловой удар характеризуется резким изменением температуры окружающей среды. При этом время изменения температуры исчисляется минутами, а ее перепад – десятками градусов. Наиболее сильно тепловой удар проявляется в элементах конструкции, где имеются локальные механические напряжения, способствуя образованию микротрещин, их росту и объединению.

Влажность – один из наиболее агрессивных воздействующих факторов, проявляющий себя при погружении аппаратуры в воду, воздействии капель дождя и брызг, водяных паров, образовании росы и инея с последующим его оттаиванием. Адсорбция на поверхности элементов ЭО конденсирующейся из окружающей атмосферы воды способствует коррозии металлических деталей, старению неметаллов, изменению электроизоляционных характеристик изоляторов. Кроме того, влага может выделяться из лакокрасочных и пропиточных материалов.

Вода, содержащаяся в атмосфере, всегда загрязнена активными веществами – углекислыми и сернистыми солями кальция, магния, железа, хлористым кальцием, газами – что еще больше способствует проявлению коррозии.

Пыль и песок, содержащиеся в атмосфере, оседая на поверхности ЭО, могут стать причиной возникновения в ней неисправностей. Пыль содержит углекислые и

сернокислые соли и хлориды, которые, взаимодействуя с влагой, ускоряют процессы коррозии. Кроме того, находящаяся в воздухе пыль способствует утечке зарядов и может вызвать пробой промежутка, находящегося между контактами с высоким потенциалом.

Грибковые образования (плесень) относят к низшим растениям, не имеющим фотосинтеза. В процессе своей жизнедеятельности они выделяют лимонную, уксусную, щавелевую кислоты и другие химические вещества, под действием которых изменяются характеристики многих материалов. Активно поглощая воду, эти вещества способствуют ускорению процессов коррозии, ухудшают электроизоляционные свойства полимерных материалов и т. д.

Идеальные условия для развития грибковых образований: температура 25...35 °С, относительная влажность 80...100 %, неподвижность воздуха, отсутствие света (особенно ультрафиолетовой и инфракрасной частей спектра).

### **9.1.2 Механические факторы**

В процессе транспортирования и эксплуатации ЭО подвергается воздействию вибраций, представляющих собой сложные колебания, которые возникают при контакте конструктивных элементов с источником колебаний. Особо опасны вибрации, частота которых близка к собственным частотам колебаний узлов и элементов конструкции. Свойство аппаратуры противодействовать их влиянию характеризуется вибропрочностью и виброустойчивостью. Виброустойчивость определяет способность ЭО выполнять заданные функции во включенном состоянии в условиях воздействия вибраций. Вибропрочность характеризует качество конструкции ЭО, т. е. способность противостоять разрушающему воздействию вибрации в нерабочем состоянии и продолжать нормально работать после включения и снятия вибрационных нагрузок. Воздействующие на конструкцию ЭО вибрации характеризуются диапазоном частот и величиной ускорения (в единицах g).

Явление удара в конструкции ЭА возникает в случаях, когда объект, на котором установлена аппаратура, претерпевает быстрое изменение ускорения. Удар характеризуется ускорением, длительностью и числом ударных импульсов. Различают удары одиночные и многократные.

Линейное ускорение характеризуется ускорением (в единицах g) и длительностью воздействия.

Акустический шум, проявляющийся в ЭО, устанавливаемых вблизи работающих генераторов, характеризуется давлением звука, мощностью колебаний источника звука, силой звука, спектром звуковых частот.

При воздействии вибрации и ударных нагрузок на элементы конструкции ЭО в них возникают статические и динамические деформации, так как любой элемент конструкции представляет собой колебательную систему, имеющую сосредоточенную и распределенную нагрузку и определенный вид закрепления концов.

Следует отметить, что механизм влияния на конструкцию ЭО акустических шумов и ударно-вибрационных нагрузок различен. Акустический шум подвергает механическим нагрузкам практически в равной степени все элементы конструкции. Ударно-вибрационные нагрузки воздействуют на элементы конструкции ЭО через их точки крепления. Поэтому эффективность такого воздействия определяется также положением элементов относительно его направленности. Детали крепления элементов в определенной мере являются своего рода демпферами, ослабляющими действие источника вибраций. Поэтому при прочих равных условиях следует признать действие

акустического шума более разрушительным, чем действие ударно-вибрационных нагрузок.

## **9.2 Объекты установки ЭО и их характеристики**

Характер и интенсивность воздействия климатических и механических факторов зависят от тактики использования и объекта, на котором эксплуатируется ЭО. По виду объекта установки ЭО можно разделить на три большие группы: стационарные, транспортируемые и портативные.

Стационарное ЭО – это аппаратура, эксплуатируемая в отапливаемых и неотапливаемых помещениях, бункерах, подвалах, помещениях с повышенной влажностью, на открытом воздухе, в животноводческих помещениях.

Условия эксплуатации и транспортирования такой аппаратуры характеризуются весьма широким диапазоном рабочих (-50...+50 °С) и предельных (-50...+65 °С) температур, влажностью до 90...98 %, вибрацией до 120 Гц при 4...6 g, наличием многократных (до 5 g) и одиночных (до 75 g) ударов, воздействием дождя до 3 мм/мин и соляного тумана с дисперсностью капель до 10 мкм и содержанием воды до 3 г/м<sup>3</sup>.

Транспортируемая ЭО – это аппаратура, устанавливаемая и эксплуатируемая на автомобилях и автоприцепах, железнодорожном и гусеничном транспорте. Специфика работы этого вида аппаратуры предопределяет повышенное воздействие механических факторов. Каждый вид транспорта имеет собственные вибрационные характеристики. Для предупреждения повреждения такого ЭО необходимо, чтобы вся она и отдельные ее части имели собственные частоты колебаний вне диапазона частот вибрации того транспортного средства, на котором аппаратура эксплуатируется или перевозится.

## **9.3 Требования, предъявляемые к конструкции ЭО**

Вновь разрабатываемое ЭО должно отвечать тактико-техническим, конструктивно-технологическим, эксплуатационным, надежностным и экономическим требованиям. Все эти требования взаимосвязаны, и оптимальное их удовлетворение представляет собой сложную инженерную задачу. Кроме того, эти требования должны отвечать рекомендациям соответствующих государственных стандартов.

Все эти требования содержатся в ТЗ на разрабатываемое ЭО. Тактико-технические требования включают в первую очередь требования к параметрам ЭО, характеризующим ее потребительские качества

К конструктивно-технологическим требованиям относятся: обеспечение функционально-узлового принципа построения конструкции ЭО, технологичность, минимальная номенклатура комплектующих изделий, ремонтпригодность, защита от несанкционированного доступа, удобный доступ к узлам и элементам, обеспечение безопасной работы оператора.

Понятие технологичность включает правила и положения, определяемые возможностями предприятия-изготовителя ЭО и влияющих на эффективность ее производства и эксплуатации. Аппаратура, технологичная для одного предприятия, может оказаться нетехнологичной для другого. Причинами этого могут быть: неравномерный уровень развития предприятий, их различие в технической оснащенности, уровне и культуре производства.

Понятие технологичности тесно связано с понятием экономичности конструкции ЭО. Наиболее технологичные конструкции, как правило, и наиболее экономичны в условиях производства. Технологичность конструкции ЭО в существенной степени определяется рациональным выбором ее структуры, которая

должна разрабатываться с учетом автономного, отдельного изготовления и наладки ее основных элементов, узлов, блоков.

Конструкция ЭО более технологична, чем меньше регулировочных и доводочных операций приходится выполнять после ее окончательной сборки. В этом плане идеальная технологичность у ЭО, которая, будучи собранной из отдельных узлов, выполняет заданные функции сразу же после включения электропитания.

К эксплуатационным требованиям относят простоту управления и обслуживания, предусмотрение различных мер сигнализации опасных режимов работы (выход из строя, обрыв заземления, открывание дверей шкафов и т. д.), наличие в комплекте ЭО аппаратуры и инструментов, обеспечивающих профилактический контроль и наладку конструктивных элементов.

С эксплуатационными требованиями тесно связаны требования обеспечения нормальной работы оператора: организация его рабочего места, возможность подхода ко всем устройствам ЭО, безопасная работа при отладке и ремонте. Важна также такая организация пульта управления ЭО и расположение клавиш на нем, клавиатуре и дисплея (для персональных машин), которая бы отвечала современным эргономическим требованиям и требованиям инженерной психологии. Внешний вид ЭО должен быть эстетичным, а органы управления должны быть удобными, доступными и не вызывать напряжения органов чувств у оператора.

Требования по надежности включают конкретные количественные характеристики: вероятность безотказной работы за определенный отрезок времени, среднюю наработку на отказ, среднюю наработку на сбой, среднее время восстановления работоспособности, срок службы, коэффициент технического использования, средний срок сохраняемости, коэффициент готовности.

К экономическим требованиям относят минимально возможные затраты времени, труда и материальных средств на разработку, изготовление и эксплуатацию ЭО; минимальную стоимость ЭО после освоения ее в производстве; минимальные затраты на эксплуатацию, обслуживание и плановые ремонты.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Факторы, входящие в группу механических воздействий.
2. Факторы, входящие в группу климатических воздействий.
3. Внешние факторы, влияющие на работоспособность электрооборудования.
4. Объекты установки ЭО и их характеристики.
5. Требования, предъявляемые к конструкции ЭО.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-7038-2716-7.

2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.

3. Волошенко, А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования [Текст]: учеб. пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.: ил. – 100 экз. – ISBN 987-5-98298-860-7.

#### Дополнительная

1. Каленкович, Н.И. Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования [Текст] / Н.И. Каленкович, С.М. Боровиков, А.М. Ткачук, Н.С. Образцов. – Минск: БГУИР, 2008. – 200 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-985-488-272-7.

2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.

3. Амосов, В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие / В.В. Амосов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9775-0018-0.

4. Воробьев, В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие / В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2005. – 280 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-9532-0212-1.

5. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст] / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев – М.: КолосС, 2005. – 352с.: ил. – 1000 экз. – ISBN: 5-9532-0140-0.

## Лекция 10

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

#### 10.1 Системы охлаждения электрических машин

Все При работе электрической машины выделяется теплота, представляющая собой потери энергии, которые возникают при взаимном превращении механической и электрической энергии.

Таковыми потерями в общем случае являются джоулевы потери в проводниках, потери на перемагничивание и на вихревые токи в магнитных и проводящих массах, потери на трение роторов и потери на циркуляцию охлаждающих сред.

Конструкция всякой электрической машины представляет собой композицию активных элементов (активная сталь, медь обмоток) и конструктивных элементов – изоляционных и проводящих. В общем случае такая система является анизотропной. Основные свойства системы, такие, как теплоемкость плотность, меняются в зависимости от направления внутри одного элемента и при переходе от одной детали конструкции к другой.

Тепловые потоки, начинаясь внутри твердых тел, составляющих конструкцию электрической машины, частично увеличивают их энтальпию (в неустановившихся процессах), частично путем теплопроводности в телах и теплообмена на их границах поступают в охлаждающие среды.

Охлаждающая среда (газ или жидкость) под воздействием нагнетательных элементов (вентиляторы или насосы) циркулирует по каналам тракта охлаждения, образуя совместно с каналами и нагнетателями систему охлаждения электрической машины.

Разнообразные системы охлаждения электрических машин определяют интенсивность теплообмена на граничных поверхностях и в конечном итоге реализуемую в данном объеме машины электромагнитную мощность. Чем интенсивнее теплообмен, тем меньшая температура может быть достигнута при выделении определенного количества потерь энергии. В свою очередь, обеспечение приемлемой для применяемых материалов температуры гарантирует долговечность машины и надежность ее работы при номинальной нагрузке. Таким образом, важнейшей характеристикой каждой системы охлаждения является ее эффективность.

Поскольку эффективность охлаждения, как вполне очевидно, зависит от количества энергии, затрачиваемой на циркуляцию охлаждающих сред, система охлаждения характеризуется также экономичностью.

#### 10.2 Эффективность систем охлаждения

При проектировании электрических машин стремятся применять достаточно эффективные системы охлаждения. Критериями эффективности могут, вообще говоря, служить различные величины или комплексы величин. Можно было бы, например, принять в качестве критерия допустимое значение теплового потока, приходящегося на единицу поверхности охлаждения. Другой подход приводит к понятию максимального допустимого габарита, например, длины канала, реализуемого при применении выбранной системы охлаждения.

Важнейшим показателем является отношение максимальной температуры в наиболее нагретой точке к средней температуре всей машины или максимальной температуры обмотки к ее средней температуре.

Следует подчеркнуть, что каждый из перечисленных пара, метров в Действительности так или иначе характеризует эффективность системы и должен рассматриваться при конкретном исследовании. Однако в практике необходим более общий критерий, который позволил бы группировать все системы охлаждения электрических машин по определенным уровням эффективности.

Постоянная СЭ в наиболее общем виде определяет степень соответствия примененной системы охлаждения ее целевому назначению и носит название коэффициента использования. Как мы увидим в дальнейшем, каждой системе охлаждения свойствен вполне определенный диапазон значений коэффициента использования. Что касается сопоставления различных систем по более частным признакам, характеризующим системы глубже, то такое сопоставление всегда является предметом специального исследования, проводимого с учетом многих индивидуальных особенностей электрических машин того или иного типа.

### **10.3 Экономичность систем охлаждения**

Когда говорят об экономичности, имеют в виду капитальные затраты, относимые к определенному сроку окупаемости оборудования, и эксплуатационные затраты.

При оценке экономичности систем охлаждения электрических машин капитальные затраты в подавляющем большинстве случаев можно не принимать во внимание. Только применение уникальных устройств или средств охлаждения может потребовать сопоставления вариантов по капитальным затратам.

В то же время эксплуатационные затраты являются важнейшей характеристикой системы охлаждения. Известны многочисленные случаи, когда весьма эффективные системы охлаждения не могли быть внедрены в производство, поскольку потери энергии на циркуляцию охлаждающих сред достигали уровня, недопустимо уменьшающего КПД электрической машины в целом.

Эксплуатационные затраты целесообразно оценивать с помощью удельных затрат мощности на охлаждение, представляющих собой отношение затраченной на охлаждение мощности  $P_3$  к суммарным потерям электрической машины  $P_{\Sigma}$ :

### **10.4 Расчет и проектирование систем охлаждения**

Поскольку коэффициент использования характеризует одновременно класс конструкции электрической машины и класс системы охлаждения, в большинстве практических случаев расчет и проектирование системы проводятся для заранее выбранного типа.

Таким образом, в процессе проектирования системы охлаждения должны быть определены схемы циркуляции охлаждающих сред и типы нагнетательных элементов на основе требований, предъявляемых классом изоляционных материалов к уровню температуры, возникающей в активной зоне машин при номинальных условиях эксплуатации в установившихся и переходных режимах. Другими словами, должны быть выполнены: вентиляционный и гидравлический расчет электрической машины и тепловой расчет, который призван либо обосновать целесообразность выбранной системы охлаждения, либо определить дополнительные требования к интенсификации теплообмена.

Строго говоря, при проектировании системы охлаждения необходимо определить поле температуры во всем объеме электрической машины и проверить полученное поле на соответствие с имеющимся техническим требованием.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Системы охлаждения электрических машин.
2. Эффективность систем охлаждения.
3. Экономичность систем охлаждения.
4. Расчет и проектирование систем охлаждения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-7038-2716-7.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.
3. Волошенко, А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования [Текст]: учеб. пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.: ил. – 100 экз. – ISBN 987-5-98298-860-7.

##### Дополнительная

1. Каленкович, Н.И. Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования [Текст] / Н.И. Каленкович, С.М. Боровиков, А.М. Ткачук, Н.С. Образцов. – Минск: БГУИР, 2008. – 200 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-985-488-272-7.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
3. Амосов, В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие / В.В. Амосов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9775-0018-0.
4. Воробьев, В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие / В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2005. – 280 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-9532-0212-1.
5. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст] / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев – М.: КолосС, 2005. – 352с.: ил. – 1000 экз. – ISBN: 5-9532-0140-0.

## Лекция 11

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

#### 11.1 Связь теплового и вентиляционного расчетов

Известно, что уравнение теплопроводности имеет единственное решение лишь в том случае, когда определены условия теплообмена с охлаждающей средой на границах твердых тел.

Это означает, что, по меньшей мере, должна быть известна скорость движения охлаждающей среды во всех каналах тракта охлаждения. Таким образом, результаты вентиляционного и гидравлического расчета определяют граничные условия для уравнения теплопроводности, т. е. служат теми исходными данными, которые ПОЗВ'оляют выполнить тепловой расчет машины.

В итоге теплового расчета может оказаться (и это вполне нормальная ситуация), что охлаждающие среды распределены в системе охлаждения неудовлетворительно либо нерационально.

В этом случае система охлаждения должна быть скорректирована. последующий тепловой расчет показывает результаты проделанной корректировки. Отсюда видна неразрывная связь теплового и вентиляционного расчетов и взаимное влияние их результатов. В настоящее время наметилась тенденция создавать синтетические методики расчета, которые на основе применения вычислительной техники предусматривают цикл поверочных тепловых и вентиляционных расчетов с обратными связями по входным данным. Конечная цель таких методик – соответствие параметров системы охлаждения и технических требований к проектированию электрической машины.

#### 11.2. Точность теплового и вентиляционного расчета и роль эксперимента

Методы выполнения вентиляционного и теплового расчета разнообразны и соответствуют своему назначению в каждом конкретном случае исследования электрической машины.

Возможности обоих видов расчета с точки зрения точности результата достаточно велики. Сегодня можно с уверенностью констатировать, что и вентиляционный и тепловой расчеты могут быть выполнены сколь угодно точно, если точно заданы входные параметры. Последнее требование, однако, не всегда соблюдается. Исходными данными для теплового расчета являются, например, свойства применяемых материалов, определенные лишь с известной степенью достоверности, а также характер распределения потерь энергии в электрической машин, который, в свою очередь, может быть задан с ограниченной степенью приближения к действительности.

Таким образом, точность результатов расчета ограничена точностью определения входных данных. Отсюда видна роль эксперимента в исследовании созданных электрических машин, со одной стороны, и в усовершенствовании методов расчета, с другой.

Каким бы способом ни выполнялись вентиляционный и тепловой расчеты, критерием точности их результатов могут служить лишь данные экспериментального исследования. До известной степени объективное обоснование расчета может быть обеспечено при исследовании в лабораторных условиях макетов и отдельных

элементов конструкции электрических машин. При надлежащем соблюдении законов подобия выводы, полученные при таких исследованиях, могут быть распространены на действующее оборудование. Более надежные сведения дает исследование физических моделей и натуральных (обычно головных) образцов машин в реальных условиях эксплуатации.

Техника эксперимента в настоящее время шагнула вперед столь значительно, что позволяет судить о распределении температуры не только в неподвижных элементах машин, но и во вращающихся. По этой причине при определенных усилиях экспериментатора результаты проведенных испытаний могут быть по существу исчерпывающими. Именно эти результаты и должны в конечном итоге служить критерием точности вентиляционного (гидравлического) и теплового расчета. По итогам анализа данных опытного исследования должны вноситься необходимые коррективы в практические методики расчета.

Чем больше сведений будет предоставлено экспериментами в распоряжение проектировщиков, тем более обоснованными будут соответствующие уточнения.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Связь теплового и вентиляционного расчетов.
2. Точность теплового и вентиляционного расчета и роль эксперимента.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-7038-2716-7.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие / А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2010 – 152 с. : ил. – 100 экз. – ISBN 978-5-7011-0694-7.
3. Волошенко, А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования [Текст]: учеб. пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.: ил. – 100 экз. – ISBN 987-5-98298-860-7.

##### Дополнительная

1. Каленкович, Н.И. Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования [Текст] / Н.И. Каленкович, С.М. Боровиков, А.М. Ткачук, Н.С. Образцов. – Минск: БГУИР, 2008. – 200 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-985-488-272-7.
2. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
3. Амосов, В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие / В.В. Амосов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9775-0018-0.

4. Воробьев, В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие / В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2005. – 280 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-9532-0212-1.

5. Бородин, И.Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст] / И.Ф. Бородин, С.А. Андреев – М.: КолосС, 2005. – 352с.: ил. – 1000 экз. – ISBN: 5-9532-0140-0.

## Лекция 12

### КОНЦЕПЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

#### 12.1. Типовые эксплуатационные задачи

Цель технической эксплуатации — обеспечить готовность оборудования к применению и его эффективное функционирование. Для этого используют практический или научный подходы. Первый служит качественным, а второй — количественным решением эксплуатационных задач. Выделим типовые эксплуатационные задачи, для решения которых можно применить известные теоретические положения, и укажем преимущества научного подхода.

Прогнозирование числа отказов. Предприятие имеет известный парк оборудования. Заданы условия его эксплуатации. Требуется определить, сколько раз и как часто в течение года будет выходить оборудование из строя. Ответ получают, используя теорию надежности, применение которой позволяет учесть особенности оборудования и условия эксплуатации. Результат — повышение точности расчета в 1,5...3,0 раза.

Расчет периодичности технического обслуживания. Служба сервиса должна составить график обслуживания оборудования и занятости исполнителей. Теория надежности позволяет решить задачу по заданному критерию.

Определение продолжительности ремонта. В договоре подряда служба сервиса должна принять решение о сроке завершения ремонта оборудования. Требуется оценить продолжительность ремонта с учетом заявок других заказчиков и своих возможностей. Ответ получают, используя теорию массового обслуживания. Результат — наибольшая эффективность службы сервиса.

Формирование группы оперативного обслуживания электрооборудования. Для предприятия с заданным парком электрооборудования требуется определить количество дежурных электромонтеров, гарантирующих устранение отказов за установленное время. Теория массового обслуживания позволяет определить оптимальное количество исполнителей и получить ценную дополнительную информацию.

Выбор нагрузки электродвигателя (трансформатора). Известно конкретное оборудование и особенности объекта, на котором его используют. Требуется определить загрузку по заданному критерию. Теория использования позволяет определить оптимальные интервалы нагрузки. Результат — снижение удельных затрат на 20...50 % по сравнению с номинальной загрузкой.

Определение резервного фонда оборудования. Предприятие реорганизует службу эксплуатации. Требуется определить, сколько оборудования следует иметь в резерве. Используя теорию надежности и теорию массового обслуживания, получают решение с учетом интересов производства и возможностей ремонтных предприятий. Результат — сокращение простоя производств и затрат на ремонтный фонд.

Прогнозирование состояния оборудования. Дорогостоящее оборудование используют сезонно на ответственном объекте. Требуется дать гарантию безотказной работы. Способы технического диагностирования позволяют изучить определенные параметры оборудования и оценить его состояние.

Число примеров можно увеличивать, но приведенные примеры свидетельствуют о широких возможностях применения научных методов решения эксплуатационных задач.

## **12.2. Общие сведения по основам рационального выбора и использования электрооборудования**

Правильный выбор электрооборудования — необходимое условие его успешной эксплуатации. При проектировании комплексной электрификации сельского хозяйства электрооборудование выбирают исходя из требований его качественного функционирования и наименьших затрат на электрифицированный объект. Однако по некоторым причинам это не всегда обеспечивает высокую эффективность эксплуатации выбранного электрооборудования.

На стадии проектирования не удастся точно предвидеть условия окружающей среды, в которых будет находиться электрооборудование, и приходится ориентироваться на средние данные. Они могут существенно отличаться от фактических условий. Такое же несоответствие может наблюдаться между расчетными и фактическими режимами работ, значениями потребляемой мощности, отклонениями напряжения и другими параметрами. Неопределенность исходной информации нарушает правильность выбора.

Кроме того, при проектировании не учитывают неизбежное ухудшение эксплуатационных свойств электрооборудования и технологических объектов, на которых его используют. Это особенно заметно после капитального ремонта техники. Поэтому при эксплуатации часто возникают задачи проверки выбора электрооборудования с учетом конкретных и более точных данных об условиях эксплуатации. Такая проверка обязательна для ответственных объектов, у которых погрешности выбора вызывают большой технологический ущерб.

Методика выбора оборудования в общем случае заключается в определении фактических данных о качестве электроснабжения, режиме работы и других условиях эксплуатации и сопоставления этих данных с параметрами электрооборудования. Решение о выборе принимают по принципу ограничения или оптимизации.

Принцип ограничения состоит в том, что электрооборудование считают пригодным, если номинальные значения его параметров больше или равны (для некоторых параметров — меньше или равны) фактическим значениям соответствующих величин при эксплуатации. Например, асинхронный электродвигатель выбирают по мощности на основании условия  $P_n \geq P_f$ , где  $P_n$ ,  $P_f$  — номинальное и фактическое значения мощности выбранного электродвигателя.

Принцип оптимизации основан на изучении вариантов возможных решений и выборе такого электрооборудования, которое обеспечивает наилучший результат электрификации объекта или процесса. При этом критерием оптимальности могут быть технические параметры и экономические критерии.

### **Выбор электрооборудования по техническим характеристикам**

Основные технические характеристики, учитываемые при выборе электрооборудования: климатическое исполнение и категория размещения; степень защищенности от попадания посторонних предметов и влаги; номинальные параметры (напряжение, ток, мощность, частота вращения и т. д.); дополнительные параметры (пусковые свойства, перегрузочная способность, защитные характеристики и т. д.).

Выбор по климатическому исполнению и категории размещения.

Электротехнические изделия, выпускаемые промышленностью, предназначены для использования в определенном климатическом районе и в определенном месте размещения, в зависимости от их исполнения.

Изделия, предназначенные для эксплуатации на суше, реках и озерах, имеют следующие климатические исполнения для макро-климатических районов: У — с умеренным климатом; ХЛ — с холодным климатом; ТВ — с влажным тропическим климатом; ТС — с сухим тропическим климатом; Т — с влажным и с сухим тропическим климатом; О — общеклиматическое исполнение.

Для обеспечения надежной работы в особых производственных условиях выпускают электрооборудование сельскохозяйственного (С) и химостойкого (Х) исполнения.

Категории размещения электрооборудования обозначают следующими цифрами: 1 — для работы на открытом воздухе; 2 — для работы в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе, например в палатках, кузовах, прицепах, металлических помещениях без теплоизоляции, а также в кожухе комплектного устройства категории 1 или под навесом (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков на изделие); 3 — для работы в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха, воздействие песка и пыли существенно меньше, чем на открытом воздухе; 4 — для работы в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями; 5 — для работы в помещениях с повышенной влажностью.

Электротехнические изделия сельскохозяйственного назначения согласно ГОСТ 19348-82 должны быть изготовлены в климатическом исполнении У. К макроклиматическим районам с умеренным климатом относят районы, где средняя из ежегодных абсолютных максимумов температуры воздуха равна плюс 40 °С или ниже, а средняя из ежегодных абсолютных минимумов температуры воздуха равна минус 45 °С или выше.

Выбор по степени защиты.

Степень защиты от соприкосновения с токоведущими или движущимися частями, находящимися внутри корпуса электротехнических изделий, от попадания посторонних предметов и проникновения в корпус влаги в соответствии с ГОСТ 14254-96 условно характеризуют буквами IP и двумя цифрами (например, IP23, IP54 и т. п.). Эти обозначения проставляют на корпусах изделий или на табличках с паспортными данными.

Первая цифра после IP обозначает степень защиты от соприкосновения персонала с движущимися частями оборудования и от попадания внутрь его твердых посторонних тел. Вторая цифра обозначает степень защиты оборудования от проникновения внутрь корпуса воды.

Электротехнические изделия сельскохозяйственного назначения согласно ГОСТ 19348-82 должны иметь степень защиты IP23, IP30, IP31, IP41, IP44, IP51, IP54 и IP55. Кожухи вентиляторов охлаждения электродвигателей должны иметь степень защиты не ниже IP20. Рекомендации для выбора электрооборудования по условиям окружающей среды регламентированы в руководящих технических материалах РТМ 105/23/46/70/16-0-153-81.

Выбор по напряжению.

В сельском хозяйстве в основном применяют трехфазный переменный ток напряжением 380/220 В. Все электроприемники выбирают из условия равенства напряжения (номинального и сети). В отдельных случаях для облегчения пуска двигателя схему обмоток переключают со звезды на треугольник и

для этих целей выбирают двигатель с номинальным напряжением 660/380 В.

Выбор по мощности или току.

Электродвигатели выбирают из условия равенства его номинальной мощности  $P_{н\text{дв}}$  и мощности, потребляемой рабочей машиной или рабочим органом машины,  $P_{и}$ . Решающее значение при этом имеет характер нагрузочной диаграммы электропривода.

При длительной неизменной нагрузке двигатель выбирают по фактической потребляемой мощности; при мало изменяющейся во времени нагрузке, имеющей коэффициент вариации менее 20 %, двигатель выбирают по средней мощности; при переменной нагрузке — по расчетной эквивалентной мощности, т. е. такой постоянной мощности, которая эквивалентна фактической переменной по нагреву двигателя (этому условию удовлетворяет средне-квадратичная мощность).

Зная расчетную мощность машины ( $P_{р.м}$ ) (фактическую, среднюю или среднеквадратичную), по каталогу выбирают электродвигатель стандартной мощности ( $P_{н\text{дв}}$ )5 имеющий мощность, ближайшую большую по сравнению с расчетной. В общем случае условие выбора имеет вид  $P_{н\text{дв}} > P_{р.м}$ . Выбранный двигатель проверяют на перегрузочную способность, на возможность пуска, по частоте пусковых операций.

Выбор электрооборудования по экономическим характеристикам

Электротехническая промышленность выпускает большое число исполнений и типоразмеров взаимозаменяемых видов электрооборудования. Выбирая его по техническим характеристикам, можно найти несколько вариантов изделий, удовлетворяющих одним и тем же исходным данным. Задача выбора по техническим характеристикам имеет несколько решений. Чтобы среди равноценных по техническим возможностям решений найти оптимальный вариант, применяют выбор электрооборудования по экономическим критериям.

Положительные или отрицательные последствия выбора могут сказываться не только на работоспособности или экономических показателях электрооборудования, но и на других, связанных с ним элементах системы электроснабжения технологического объекта. Поэтому при выборе по экономическому критерию необходимо рассматривать совокупность элементов, названную ранее системой И—Э—Т—С.

Исходные данные, характеризующие элементы системы, подразделяют на четыре группы:

1 — условия электроснабжения (мощность потребительской подстанции, длина и марка проводов низковольтной линии и т. п.);

2 — условия использования (назначение привода, эквивалентная мощность и частота вращения рабочего органа машины, занятость в течение суток и года, допустимая продолжительность простоя из-за отказа, размер технологического ущерба и т. п.);

3 — дестабилизирующие воздействия (климатические условия, характер окружающей среды, интенсивность и структура аварийных режимов и т. п.);

4 — показатели технической эксплуатации (затраты на обслуживание, интенсивность отказов, фактическая продолжительность устранения отказов и т. п.).

Выбор электрооборудования по исполнению.

Пусть первоначально для электропривода рабочей машины выбран электродвигатель общего назначения. Требуется определить по критерию приведенных затрат экономическую целесообразность применения на этой машине двигателя такой же мощности, но сельскохозяйственного исполнения.

В первом варианте двигатель имеет балансовую стоимость  $K_1$ , годовые затраты на его капитальный ремонт  $Z_{рем1}$ , технологический ущерб  $У_1$ . Во втором варианте стоимость двигателя возрастет до  $K_2$  (из-за более надежного исполнения), но затраты на капитальный ремонт и размер ущерба снизятся соответственно до  $Z_{рем2}$  и  $У_2$ . Прочие составляющие приведенных затрат сравниваемых вариантов можно принять одинаковыми —  $Z_{пр}$ .

Выбор электрооборудования по мощности.

При помощи критерия приведенных затрат можно более точно решать задачи выбора мощности электрооборудования. Известно, что при выборе по техническим характеристикам принимают электрооборудование, номинальная мощность которого больше или равна расчетной мощности, то есть приближенно. Для электрооборудования массового применения, например, двигателей, погрешности выбора приводят к большому суммарному ущербу (применение двигателей заниженной мощности снижает его надежность и ограничивает производительность рабочей машины, а использование двигателей повышенной мощности ухудшает его энергетические показатели и удорожает электропривод).

Экономический критерий позволяет более точно указать целесообразный диапазон нагрузок для каждого типоразмера электрооборудования, эти диапазоны называют экономическими интервалами нагрузок. Их определяют путем исследования системы уравнений приведенных затрат, составленных для каждого типоразмера электрооборудования с учетом ожидаемых условий эксплуатации. Условие выбора имеет вид  $R_{эн} < R_{расч} < R_{эв}$ , где  $R_{эн}$ ,  $R_{эв}$  — соответственно нижняя и верхняя граница экономических интервалов нагрузок для двигателя (трансформатора) с номинальной мощностью,  $R_{расч}$  — расчетная нагрузка.

Метод определения экономических интервалов нагрузок основан на сравнении приведенных затрат на единицу наработки смежных по мощности двигателей (трансформаторов) из всей шкалы их типоразмеров. Абсолютные границы экономических интервалов нагрузок определяют точками пересечения кривых приведенных затрат, т. е. на экономическом интервале нагрузок данный двигатель имеет среди всех типоразмеров наименьшее значение приведенных затрат.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Понятие технической эксплуатации, её цель?
2. Основы рационального выбора и использования электрооборудования.
3. Как выбирают оборудование по техническим характеристикам?
4. Для чего используют технологические критерии?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Ерошенко, Г.П. Эксплуатация электрооборудования учебник для вузов/ Г. П. Ерошенко, А.П. Коломиец А.П. – М.: КолосС, 2008. –344с.: ил. –10000экз. –ISBN 978-5-9532-05.

### Дополнительная

1. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие для вузов/ А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – Саратов: Сарат. гос. агр. ун-т, 2010. –135с.: ил. –10000экз. – ISBN 5-7011-0242-4.

## Лекция 13

### ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИРОКЛИМАТА

#### 13.1. Электрооборудование для систем обеспечения микроклимата

Функциональные признаки САУ ТП. Разрабатываемые автоматические системы по функциональным признакам можно разделить на:

- системы автоматического контроля;
- системы сигнализации, автоматической защиты и блокировки;
- системы автоматического регулирования.

Системы автоматического контроля обеспечивают получение информации о состоянии объекта и режиме его работы. Контролю подлежат величины, необходимые для осуществления пуска, наладки и ведения технологического процесса. Такие системы и устройства являются разомкнутыми с односторонним направлением воздействий от управляемого объекта к контрольно-измерительным приборам. Выбор контролируемых параметров выбирается так, чтобы при минимальном числе они давали наиболее полное представление о контролируемом процессе.

Автоматические устройства и схемы сигнализации предназначены для автоматического оповещения обслуживающего персонала о наступлении некоторых событий в объекте подачей световых и звуковых сигналов. Различают контрольную сигнализацию (КС), информирующую о состоянии объекта и положении рабочего органа в данный момент и технологическую сигнализации, и технологическую сигнализацию, оповещающую оператора об отклонениях параметров процесса и возникновении предаварийного и аварийного режимов.

Устройства и схемы автоматической защиты служат для предотвращения аварий на производстве и реагируют на нарушение нормального режима работы установки отключением управляющего воздействия.

Устройства и схемы автоматической блокировки предотвращают неправильную последовательность включений-отключений машин и аппаратов. Эти устройства приобретают большое значение при разработке комплексной автоматизации объектов и при создании автоматизированных поточных линий.

Системы программного управления осуществляют автоматическое управление технологическими процессами по заранее заданной программе, являющейся функцией времени. Их применяют для управления объектами периодического действия или при автоматизации хорошо изученных процессов, где возмущающие воздействия могут быть учтены и компенсированы.

Системы автоматического регулирования (САР) обеспечивают поддержание постоянного значения параметров процесса (стабилизирующие), или изменение их по заранее заданному или неизвестному закону (программные, следящие, адаптивные системы). В САР информация о состоянии параметров при помощи датчиков поступает в управляющее устройство и затем в исполнительные органы, через которые автоматическая система воздействует на объект, изменяя управляемые параметры в требуемом направлении.

При проектировании САР управляемые (регулируемые) величины, как правило, известны. Однако, зачастую, необходимо проводить исследование статических и динамических характеристик объекта, позволяющее выбрать каналы, по которым регулирующие воздействия вносятся наиболее эффективно.

В общем случае проектирование САР включает следующие этапы:

изучение объекта автоматизации и определение рациональных показателей его работы (состояния параметров, характеристики возмущений, регулирующие воздействия и др.);

выбор принципа регулирования (по результатам анализа свойств объекта управления, возмущений, требований к точности);

определение математических моделей основных неизменяемых элементов САР (объекта управления, чувствительного элемента, регулирующего органа);

выбор и расчет регулятора;

оценка качества регулирования при выбранных параметрах настройки регулятора;

рекомендации по технической реализации регулятора (для регуляторов, не выпускаемых серийно).

Кратко прокомментируем и проиллюстрируем примером особенности основных этапов разработки и исследования автоматических систем.

Разработаем систему автоматического регулирования подогрева воздуха свинарника, используемую в переходный период времени года.

Для нагревания теплоносителя – воздуха – применена электрокалориферная установка СФОА, используются две ступени нагревательных элементов –  $R_n=45$  кВт и  $R_o=30$  кВт (из теплотехнических расчетов). Заданные значения температуры: внутри помещения

$t_{вн} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$  (определяется В18...22 °С),

установившемся состоянии (при отсутствии возмущений) поддержание расчетной температуры

и в ее нагревателе  $R_o=30$  кВт.

### **Автоматизация технологических процессов в животноводстве**

При производстве животноводческой продукции можно выделить ряд типичных технологических процессов, характеризующихся достаточно высоким уровнем механизации: доение коров, подача воды, раздача кормов, уборка навоза. Поэтому именно эти процессы в первую очередь подлежат автоматизации.

Основанием для интеграции автоматических систем служат зоотехнические нормы и требования, характеристики помещения и работающего в нем технологического оборудования.

Автоматизация первичной обработки молока. Процесс первичной обработки молока включает в себя операции его очистки, пастеризации и охлаждения. При этом цель пастеризации состоит в уничтожении содержащихся в молоке микроорганизмов. Последующее за пастеризацией охлаждение позволяет увеличить срок хранения продукта. Охлаждение применяют и как самостоятельную операцию при хранении молока на молочных фермах и комплексах.

Пастеризатор молока представляет собой многосекционный пластинчатый теплообменник, подогреваемый горячей водой. На практике используют разные режимы пастеризации: мгновенный (при  $t=85\dots90$  °С), кратковременный ( $T=20$  с, при  $t=72\dots76$  °С) и длительный ( $T=300$  с, при  $t=90$  °С).

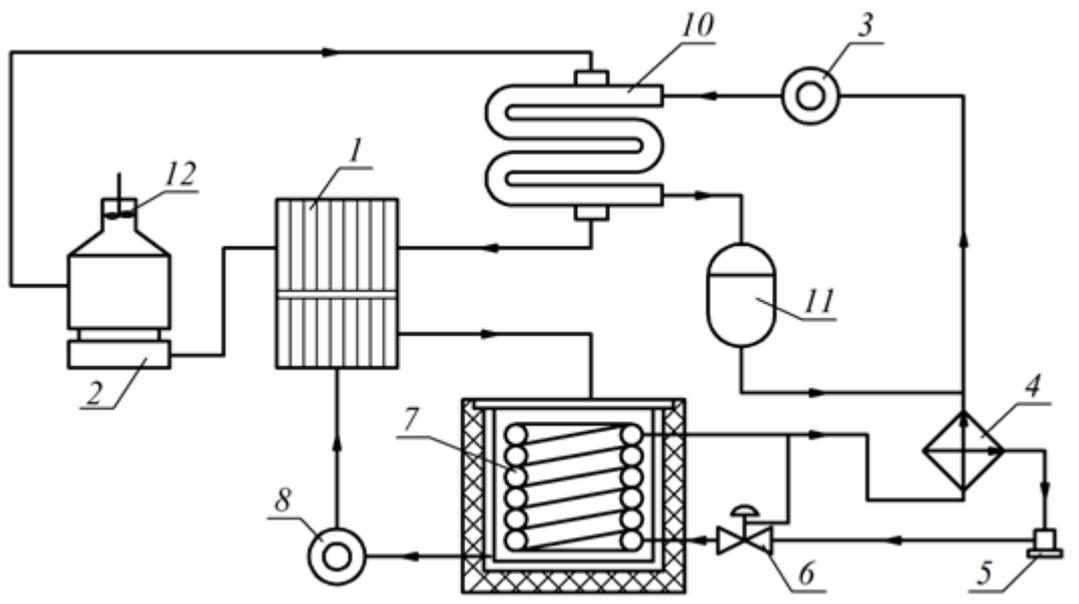


Рисунок 13.1.- Функциональная схема водоохлаждающей установки.

Установка для охлаждения молока (рис.13.1) работает по замкнутому циклу. Пары хладагента поступают в компрессор 3, сжимаются и попадают в конденсатор 10, где превращаются в жидкость, стекающую в ресивер 11. Из ресивера жидкий хладагент поступает в испаритель 7, проходя последовательно через теплообменник 4, фильтр-осушитель 5 и терморегулирующий вентиль 6. В терморегулирующем вентиле давление хладагента падает, он оказывается перегретым относительно нового давления и потому вскипает, отбирая теплоту у воды, орошающей поверхность испарителя. Эта вода насосом 8 перекачивается в охладитель молока 1, после которого возвращается в испаритель.

Для охлаждения воды, омывающей трубки конденсатора, применяется малогабаритная градирня 2 с вентилятором 12.

В настоящее время для управления клапанами и задвижками с электроприводом по температуре теплоносителя в водоохлаждающих и пастеризационных установках получили широкое распространение ПИД-регуляторы, в частности, «ОВЕН ТРМ-212» с интерфейсом RS-485, функциональная схема которого представлена на рис.10.2. Применение данного регулятора позволяет управлять клапанами как в функции температуры, так и в функции давления, расхода, уровня, при поступлении сигнала датчика на универсальные входы. На соответствующих выходах ВУ1 и ВУ2 формируется аналоговый или ШИМ-сигнал открывающий (закрывающий) клапан или задвижку. При этом происходит постоянный контроль положения рабочего органа с помощью датчика положения.

При возникновении аварийных режимов, например, обрыв в цепи регулирования или выход регулируемой величины за заданные пределы, подается соответствующий звуковой или световой сигнал.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Функциональные признаки САУ ТП?
2. Автоматизация первичной обработки молока?
3. Регулятор температуры?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие для вузов/ А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – Саратов: Сарат. гос. агр. ун-т, 2010. –135с.: ил. – 10000экз.– ISBN 5-7011-0242-4.
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учеб. пособие для вузов/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005–352с.: ил. –10000 экз. –ISBN 5-9532-0140-0.
3. Федоренко, В.Ф. Сельскохозяйственная техника [Текст]: Кат., Т.4. Техника для животноводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 336с.: ил. 10000экз. – ISBN 978-5-7367-0661-7.

### Дополнительная

1. Ерошенко, Г.П. Эксплуатация электрооборудования [Текст]: учебник для вузов/ Г. П. Ерошенко, А.П. Коломиец А.П. – М.: КолосС, 2008. –344с.: ил. 10000экз. – ISBN 978-5-9532-05.
2. Карташов, Б.А. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, О.С. Козлов. – М.: КолосС, 2009. –184с.: ил. 100экз.

## Лекция 14

### ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИРОКЛИМАТА

#### 14.1 Автоматическое управление системами обеспечения микроклимата

В число параметров микроклимата, определяющих эффективность животноводства, входят температура воздуха, относительная влажность, содержание в воздухе вредных для животных компонентов, скорость движения воздуха и др.

Нормы технологического проектирования определяют температуру в коровнике на уровне 10 оС, отклонение которой в от указанного значения приводит к снижению продуктивности. При этом влияние повышенных и пониженных температур особенно заметно в условиях повышенной влажности воздуха.

Системы вентиляции выполняют с естественным и искусственным побуждением воздуха. Автоматизация систем с искусственным побуждением определяется, в том числе, конструкцией вентиляционной системы, которая может быть приточной, вытяжной и сбалансированной, когда производительность приточной и вытяжной систем одинакова. По способу раздачи воздуха в вентилируемом помещении различают равномерную, сосредоточенную и децентрализованную с помощью нескольких отопительно-вентиляционных агрегатов.

Для регулирования температуры в системах отопления с приточной вентиляцией в животноводческих помещениях в настоящее время разработано большое количество устройств. В частности, применение контроллера типа «ОВЕН ТРМ-33-Щ4» на фермах КРС позволяет повысить точность поддержания требуемой температуры воздуха в системах приточной вентиляции с водяным или паровым калорифером на заданном уровне и снизить эксплуатационные затраты. САР, функциональная схема которой представлена на рис.14.1, обеспечивает поддержание заданной температуры приточного воздуха по ПИД-закону путем управления приводами вентилятора, жалюзи и запорно-регулирующего клапана.

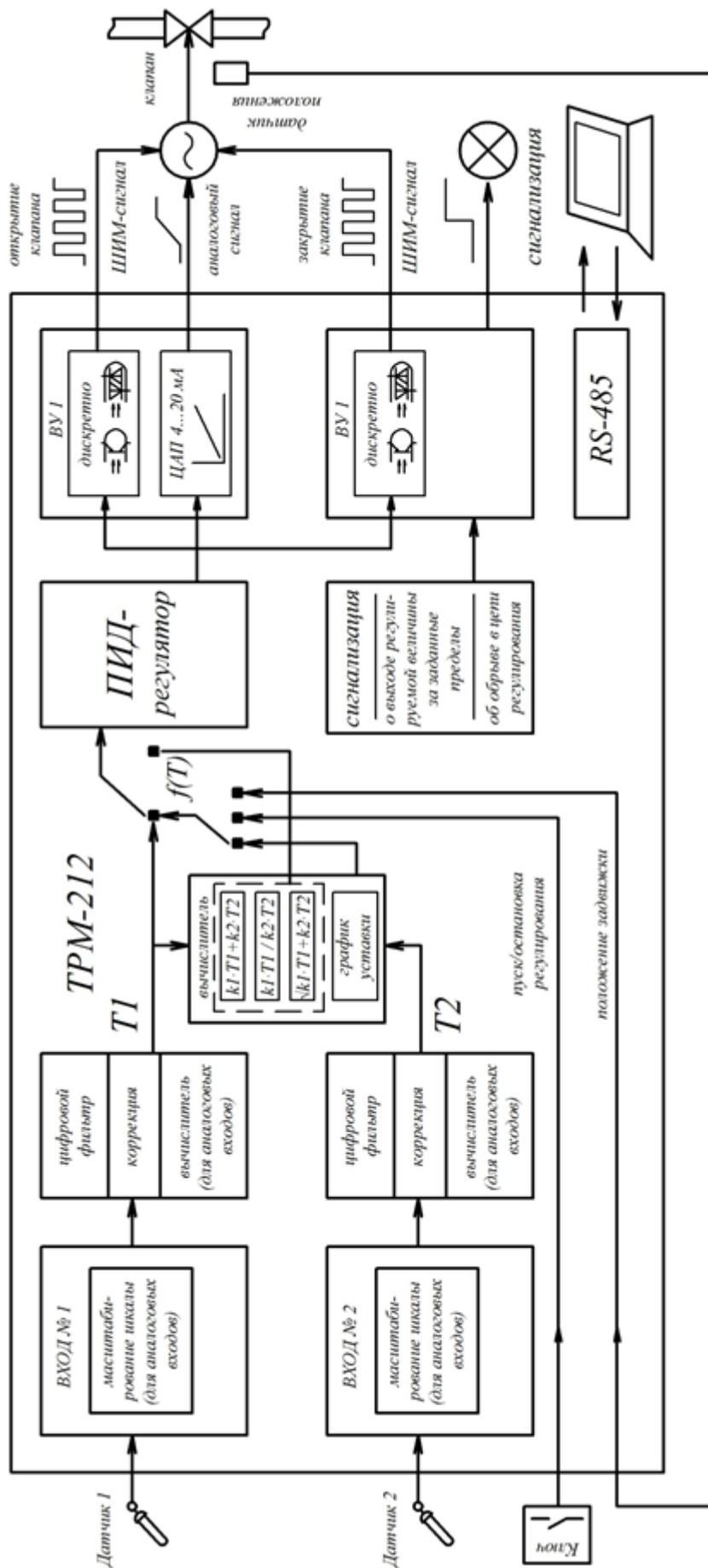
К входам 1...3 подключаются температурные датчики, например, терморезисторы типа ТСМ 50М или ТСП 50П, для контроля температуры наружного воздуха  $T_n$ , приточного воздуха  $T_{прит}$ , обратной воды в контуре теплоносителя  $T_{обр}$ .

К входам 4...6 подключаются датчики для диагностики работоспособности системы:

С1 – коммутирующее устройство, например, таймер, тумблер и др., для дистанционного перевода системы в дежурный режим работы;

С2 – датчик контроля работы вентилятора для автоматического перевода системы в дежурный режим при неисправности вентилятора;

С3 – датчик контроля протока воды через калорифер для автоматического перевода системы в режим защиты от замораживания при прекращении протока.



Температуру приточного воздуха в системе Туст.прит, нагрев которого осуществляется теплоносителем, проходящим через калорифер, задается оператором при программировании контроллера. Регулятор по температуре уставки Туст.прит и по результатам измерений и опроса входных датчиков С1, С2 и С3 с помощью выходных реле управляет работой вентилятора и жалюзи, а также положением запорно-регулирующего клапана для поддержания заданной температуры в системе отопления.

Управление клапаном осуществляется кратковременными импульсами (ШИМ-сигналами) по ПИД-закону регулирования, что позволяет поддерживать заданную температуру с высокой точностью.

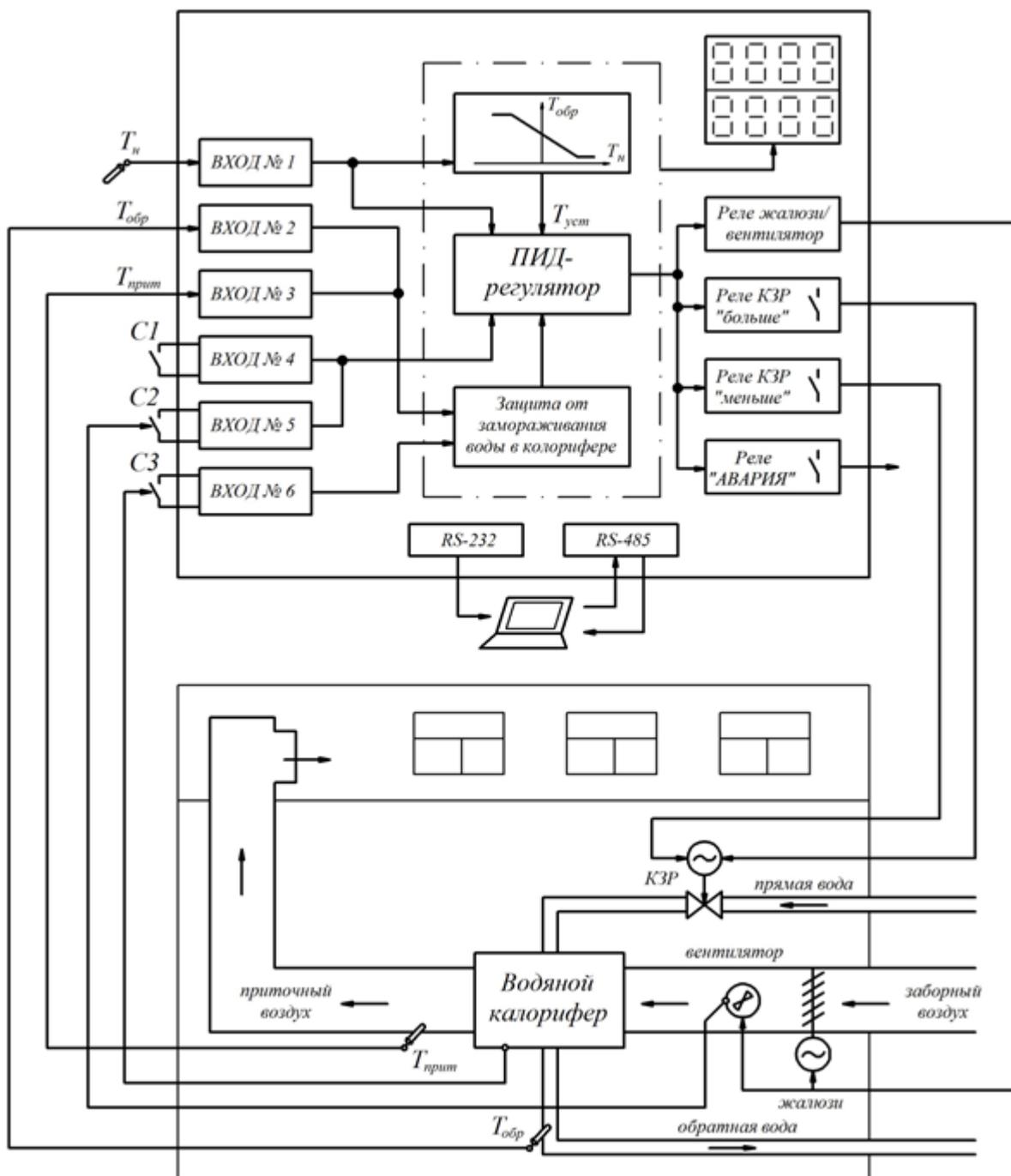


Рисунок 14.2.- Функциональная схема САР температуры воздуха в помещении для содержания КРС.

Перед началом работы контроллер осуществляет прогрев калорифера, время которого устанавливается оператором при наладке исходя их эксплуатационных параметров системы. При этом для более быстрого разогрева регулятор формирует команду задержки включения вентилятора и открытия жалюзи при полном открытии клапана. Контроллер осуществляет также защиту системы от превышения температуры обратной воды, возвращаемой в теплоцентраль и защиту калорифера от замораживания в нем воды.

Управление температурой обратной воды осуществляется в зависимости от температуры наружного воздуха в соответствии с графиком  $T_{обр}=f(T_n)$  (рис.14.3), строящимся прибором автоматически по заданным оператором программирования координатам точек А, В и С. При превышения заданного значения температуры обратной воды

регулирующим реле управление за

по  $T_{прит}$  и переходит на управление по сигналу рассогласования. После возврата в допустимые пределы регулирование продолжается по  $T_{прит}$ .

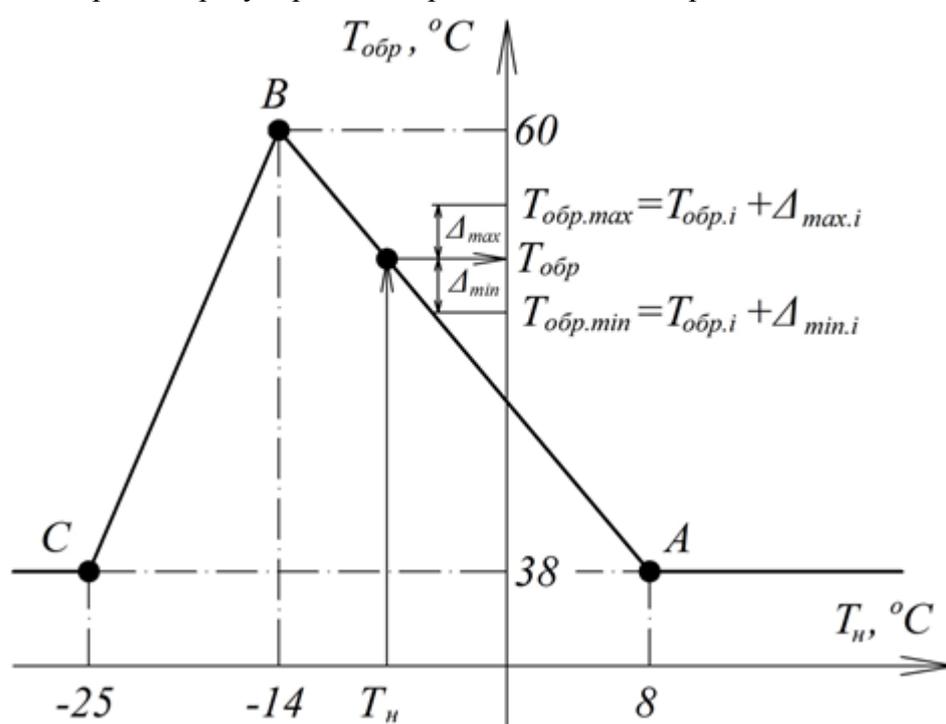


Рисунок 14.3.- График температуры обратной воды

При падении температуры приточного воздуха или температуры обратной воды ниже заданной критической температуры, либо возникновении неисправностей входных датчиков, например, обрыв или короткое замыкание, система переходит в режим защиты от замораживания воды в калорифере. При этом для максимально быстрого повышения температуры регулятор формирует команду на полное открытие клапана, выключение вентилятора и закрытие жалюзи.

При превышении температурой наружного воздуха значения  $T_{летн}$ , заданного при программировании контроллера, система автоматически переходит на летний режим, отключение которого происходит при достижении  $T_n$  значения  $T_n.A$ .

## Вопросы для самоконтроля

1. Автоматизация САУ микроклиматом?
5. Функциональные возможности микроконтроллера?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Основная

1. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие для вузов/ А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т, 2010. –135с.: ил. – 10000экз.– ISBN 5-7011-0242-4.
2. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учеб. пособие для вузов/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005–352с.: ил. –10000 экз. –ISBN 5-9532-0140-0.
3. Федоренко, В.Ф. Сельскохозяйственная техника [Текст]: Кат., Т.4. Техника для животноводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 336с.: ил. 10000экз. – ISBN 978-5-7367-0661-7.

### Дополнительная

1. Ерошенко, Г.П. Эксплуатация электрооборудования [Текст]: учебник для вузов/ Г. П. Ерошенко, А.П. Коломиец А.П. – М.: КолосС, 2008. –344с.: ил. 10000экз. – ISBN 978-5-9532-05.
2. Карташов, Б.А. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, О.С. Козлов. – М.: КолосС, 2009. –184с.: ил. 100экз.

## Лекция 15

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

#### 15.1. Информационные технологии в управлении производственными процессами

Современная электрификация сельского хозяйства характеризуется наличием в эксплуатации новых электроустановок и устаревшего оборудования. Принято считать, что около 70% электрооборудования имеют сверхнормативный срок службы или морально устарели. В этих условиях для поддержания высоких показателей надежности значительно возрастают требования к его эксплуатации.

В современных условиях электротехнические службы (ЭТС) не справляются с поставленными задачами, так как не используют прогрессивные способы эксплуатации. Прежде всего, это относится к сбору, переработке и хранению информации. Устаревшие подходы применения бумажных носителей и ручного счета не позволяют своевременно и достоверно определять характеристики ЭТС: число исполнителей, график ТО и ТР, эксплуатационные карты и т.д. Все это снижает эффективность работы ЭТС, приводит к потере ценной информации, нарушает выполнение технических обслуживаний (ТО) и текущих ремонтов (ТР).

Для основных видов электрооборудования применяют устаревший послеотказовый способ эксплуатации. Переход к прогрессивной эксплуатации по состоянию электрооборудования сдерживается отсутствием ресурсов на диагностическое оборудование.

Одним из направлений развития эксплуатации энергооборудования служит широкое применение информационных технологий. На этом пути удастся не только комплексно и полностью решить эксплуатационные задачи, но и снизить расходы ресурсов на электротехническую службу.

Первым этапом информатизации является разработка и внедрение автоматизированных рабочих мест инженера-электрика. Это направление сдерживается недостаточной изученностью применения информационных систем в эксплуатационных службах и отсутствием методического и аппаратного обеспечения решения таких задач.

#### Использование информационных технологий и систем при эксплуатации электрооборудования

Термин информация обозначает «разъяснение», «изложение». С позиции материалистической философии это отражение реального мира с помощью сообщений (сведения). Сообщение – это форма представления информации в виде речи, текста, изображения, цифровых данных, графиков, таблиц и т.п. Информация – сведения об объектах и явлениях окружающей среды, их параметрах, свойствах и состоянии, которые уменьшают имеющуюся о них степень неопределенности, неполноты знаний.

Под системой понимают любой объект, который одновременно рассматривается и как единое целое, и как объединенная в интересах достижения поставленных целей совокупность разнородных элементов. Системы значительно отличаются между собой как по составу, так и по главным целям. Приведем несколько систем, состоящих из разных элементов и направленных на реализацию разных целей таблице 6.1.

Информационные системы обеспечивают сбор, хранение, обработку, поиск, выдачу информации, необходимой в процессе принятия решений задач из любой области. Они помогают анализировать проблемы и создавать новые продукты.

Информационная система – взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели.

Современное понимание информационной системы предполагает использование в качестве основного технического средства переработки информации персонального компьютера. В крупных организациях наряду с ПК в состав технической базы информационной системы может входить суперЭВМ. Кроме того, техническое воплощение информационной системы само по себе ничего не будет значить, если не учтена роль человека, для которого предназначена производимая информация и без которого невозможно ее получение и представление.

Необходимо понимать разницу между компьютерами и информационными системами. Компьютеры, оснащенные специализированными программными средствами, являются технической базой и инструментом для информационных систем. Информационная система немыслима без персонала, взаимодействующего с компьютерами и телекоммуникациями.

Процессы, обеспечивающие работу информационной системы любого назначения, условно можно представить состоящей из блоков:

- ввод информации из внешних или внутренних источников;
- обработка входной информации и представление ее в удобном виде;
- вывод информации для представления потребителям или передачи в другую систему;
- обратная связь – это информация, переработанная людьми данной организации для коррекции входной информации.

В настоящее время сложилось мнение об информационной системе как о системе, реализованной с помощью компьютерной техники. Хотя в общем случае информационную систему можно понимать и в некомпьютерном варианте. Чтобы разобраться в работе информационной системы, необходимо понять суть проблем, которые она решает, а также организационные процессы, в которые она включена. Так, например, при определении возможности компьютерной информационной системы для поддержки принятия решений следует учитывать:

- структурированность решаемых управленческих задач;
- уровень иерархии управления фирмой, на котором решение должно быть принято;
- принадлежность решаемой задачи к той или иной функциональной сфере бизнеса;
- вид используемой информационной технологии.

Внедрение информационных систем может способствовать:

- получению более рациональных вариантов решения управленческих задач за счет внедрения математических методов и интеллектуальных систем и т.д.;
- обеспечению достоверности информации;
- уменьшению затрат на производство продуктов и услуг;
- отысканию новых рыночных ниш;
- замене бумажных носителей данных на магнитные диски или ленты, что приводит к более рациональной организации переработки информации на компьютере и снижению объемов документов на бумаге;

- совершенствованию структуры потоков информации и системы документооборота в фирме;
- предоставлению потребителям уникальных услуг;
- привязке к фирме покупателей и поставщиков за счет предоставления им разных скидок и услуг.

Структура управленческих решений традиционно делится на три уровня: операционный, функциональный и стратегический.

Уровни управления (вид управленческой деятельности) определяются сложностью решаемых задач. Чем сложнее задача, тем более высокий уровень управления требуется для ее решения. При этом следует понимать, что более простых задач, требующих немедленного (оперативного) решения, возникает значительно большее количество, а значит, и уровень управления для них нужен другой – более низкий, где принимаются решения оперативно. При управлении необходимо также учитывать динамику реализации принимаемых решений, что позволяет рассматривать управление под углом временного фактора.

Операционный уровень управления обеспечивает решение многократно повторяющихся задач и операций и быстрое реагирование на изменения входной текущей информации. На этом уровне достаточно велики как объем выполняемых операций, так и динамика принятия управленческих решений. Этот уровень управления часто называют оперативным из-за необходимости быстрого реагирования на изменение ситуации. На уровне оперативного (операционного) управления большой объем занимают учетные задачи.

Функциональный (тактический) уровень управления обеспечивает решение задач, требующих предварительного анализа информации, подготовленной на первом уровне. На этом уровне большое значение приобретает такая функция управления, как анализ. Объем решаемых задач уменьшается, но возрастает их сложность. При этом не всегда удается выработать нужное решение оперативно, требуется дополнительное время на анализ, осмысление, сбор недостающих сведений и т.п. Управление связано с некоторой задержкой от момента поступления информации до принятия решений и их реализации, а также от момента реализации решений до получения реакции на них.

Стратегический уровень обеспечивает выработку управленческих решений, направленных на достижение долгосрочных стратегических целей организации. Поскольку результаты принимаемых решений проявляются спустя длительное время, особое значение на этом уровне имеет такая функция управления, как стратегическое планирование. Прочие функции управления на этом уровне в настоящее время разработаны недостаточно полно. Правомерность принятого на этом уровне решения может быть подтверждена спустя достаточно длительное время.

Структуру информационной системы составляет совокупность отдельных ее частей, называемых подсистемами. Подсистема – это часть системы, выделенная по какому-либо признаку. Среди обеспечивающих подсистем обычно выделяют информационное, техническое, математическое, программное, организационное и правовое обеспечение.

Информационное обеспечение – совокупность единой системы классификации и кодирования информации, унифицированных систем документации, схем

информационных потоков, циркулирующих в организации, а также методология построения баз данных.

Техническое обеспечение – комплекс технических средств, предназначенных для работы информационной системы, а также соответствующая документация на эти средства и технологические процессы.

Математическое и программное обеспечение – совокупность математических методов, алгоритмов и программ для реализации целей и задач информационной системы, а также нормального функционирования комплекса технических средств.

Организационное обеспечение – совокупность методов и средств, регламентирующих взаимодействие работников с техническими средствами и между собой в процессе разработки и эксплуатации информационной системы.

Правовое обеспечение – совокупность правовых норм, определяющих создание, юридический статус и функционирование информационных систем, регламентирующих порядок получения, преобразования и использования информации.

Информационная технология – процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных (первичной информации) для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления (информационного продукта).

Цель технологии материального производства – выпуск продукции, удовлетворяющей потребности человека или системы. Цель информационной технологии – производство информации для ее анализа человеком и принятия на его основе решения по выполнению какого-либо действия.

Известно, что, применяя разные технологии к одному и тому же материальному ресурсу, можно получить разные изделия, продукты. То же самое будет справедливо и для технологии переработки информации. Для сравнения в таблице 6.3 приведены основные компоненты обоих видов технологий.

Информационная технология является наиболее важной составляющей процесса использования информационных ресурсов общества. К настоящему времени она прошла несколько эволюционных этапов, смена которых определялась главным образом развитием научно-технического прогресса, появлением новых технических средств переработки информации.

В современном обществе основным техническим средством технологии переработки информации служит персональный компьютер, который существенно повлиял как на концепцию построения и использования технологических процессов, так и на качество результатной информации. Внедрение персонального компьютера в информационную сферу и применение телекоммуникационных средств связи определили новый этап развития информационной технологии и, как следствие, изменение ее названия за счет присоединения одного из синонимов: "новая", "компьютерная" или "современная". В понятие новой информационной технологии включены также коммуникационные технологии, которые обеспечивают передачу информации разными средствами, а именно – телефон, телеграф, телекоммуникации, факс и др.

Технология работы в компьютерной информационной системе доступна для понимания специалистом некомпьютерной области и может быть успешно использована для контроля процессов профессиональной деятельности и управления ими.

Реализация технологического процесса материального производства осуществляется с помощью различных технических средств, к которым относятся; оборудование, станки, инструменты, конвейерные линии и т.п.

По аналогии и для информационной технологии должно быть нечто подобное. Такими техническими средствами производства информации будет являться аппаратное, программное и математическое обеспечение этого процесса. С их помощью производится переработка первичной информации в информацию нового качества. Выделим отдельно из этих средств программные продукты и назовем их инструментарием, а для большей четкости можно его конкретизировать, назвав программным инструментарием информационной технологии.

Инструментарий информационной технологии – один или несколько взаимосвязанных программных продуктов для определенного типа компьютера, технология работы в котором позволяет достичь поставленную пользователем цель.

В качестве инструментария можно использовать следующие распространенные виды программных продуктов для персонального компьютера: текстовый процессор (редактор), настольные издательские системы, электронные таблицы, системы управления базами данных, электронные записные книжки, электронные календари, информационные системы функционального назначения (финансовые, бухгалтерские, для маркетинга и пр.), экспертные системы и т.д.

Информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель информационной технологии – в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для пользователя информацию. Информационная система является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи и т.д. Основная цель информационной системы – организация хранения и передачи информации. Информационная система представляет собой человеко-компьютерную систему обработки информации.

Реализация функций информационной системы невозможна без знания ориентированной на нее информационной технологии. Информационная технология может существовать и вне сферы информационной системы.

Таким образом, информационная технология является более емким понятием, отражающим современное представление о процессах преобразования информации в ин-формационном обществе. В умелом сочетании двух информационных технологий – управленческой и компьютерной – залог успешной работы информационной системы. Информационная технология – совокупность четко определенных целенаправленных действий персонала по переработке информации на компьютере.

Информационная система – человеко-компьютерная система для поддержки принятия решений и производства информационных продуктов, использующая компьютерную информационную технологию.

Используемые в производственной сфере такие технологические понятия, как норма, норматив, технологический процесс, технологическая операция и т.п., могут применяться и в информационной технологии. Прежде чем разрабатывать эти понятия в любой технологии, в том числе и в информационной, всегда следует начинать с определения цели. Затем следует попытаться провести структурирование всех

предполагаемых действий, приводящих к намеченной цели, и выбрать необходимый программный инструментарий.

- 1-й уровень – этапы, где реализуются сравнительно длительные технологические процессы, состоящие из операций и действий последующих уровней.
- 2-й уровень – операции, в результате выполнения которых будет создан конкретный объект в выбранной на 1-м уровне программной среде.
- 3-й уровень – действия – совокупность стандартных для каждой программной среды приемов работы, приводящих к выполнению поставленной в соответствующей операции цели. Каждое действие изменяет содержание экрана.
- 4-й – уровень элементарные операции по управлению мышью и клавиатурой.

## **15.2. Постановка задач исследования**

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

- развитие интенсивного промышленного птицеводства, возврат его на достигнутые ранее рубежи ставят первоочередную задачу разработки долгосрочной программы создания государственной системы функционирования конкурентоспособного отечественного птицеводства: внедрение новых ресурсосберегающих и информационных технологий и оборудования; создание из отчислений предприятий внебюджетных фондов с целью финансирования науки для усиления влияния на отрасль научных исследований и своевременной разработки необходимых передовых технологий и нового оборудования;

- применяемая во многих сельскохозяйственных предприятиях при эксплуатации электрооборудования послеотказовое обслуживание, когда электрооборудование ремонтируется только после выхода его из строя, малоэффективна. В результате выход электрооборудования из строя в сельском хозяйстве достиг 30%. К этому следует добавить, что из-за отсутствия надлежащего финансирования в АПК парк электрооборудования значительно устарел и слабо обновляется;

- на любом производстве можно выделить технологические потоки, влияющие на получение конечной продукции. Нарушение одного из параметров ведет к нарушению технологического процесса, что требует системного решения данной проблемы. Такой системный подход позволил сформулировать новый принцип технической эксплуатации по параметрам технологического процесса. Этот принцип включает в себя две части: функциональную и оперативную. Развитие информационных технологий последних лет, позволяет подойти комплексно к решению этой проблемы, базируясь на основе автоматизированного рабочего места инженера-энергетика;

- информационная технология тесно связана с информационными системами, которые являются для нее основной средой. Информационная технология является процессом, состоящим из четко регламентированных правил выполнения операций, действий, этапов разной степени сложности над данными, хранящимися в компьютерах. Основная цель информационной технологии – в результате целенаправленных действий по переработке первичной информации получить необходимую для специалиста информацию. Информационная система является средой, составляющими элементами которой являются компьютеры, компьютерные сети, программные продукты, базы данных, люди, различного рода технические и программные средства связи и т.д. Основная цель информационной системы –

организация хранения и передачи информации. Информационная система представляет собой человеко-компьютерную систему обработки информации.

В этой связи повышение эффективности работы электротехнических служб птицефабрик возможно за счет использования информационных технологий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи:

- провести анализ эксплуатации электрооборудования птицефабрик;
- обосновать возможность повышения эффективности эксплуатации на основе информационных технологий;
- разработать математическое и программное обеспечение решения функциональных задач эксплуатации для автоматизированного рабочего места инженера-электрика;
- разработать математическое и программное обеспечение решения диагностических задач эксплуатации для автоматизированного рабочего места инженера-электрика;
- выполнить лабораторные и производственные исследования автоматизированного рабочего места инженера-электрика;
- определить технико-экономические показатели предлагаемых результатов.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что обеспечивают информационные технологии в управлении производством?
2. Как используют информационные технологии при эксплуатации электрооборудования?
3. Преимущество компьютерного управления перед традиционным?
4. Как обеспечивается мониторинг технологических процессов?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### Основная

1. Федоренко, В.Ф. Сельскохозяйственная техника [Текст]: Кат., Т.4. Техника для животноводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 336с. – 10000 экз. - ISBN 978-5-7367-0661-7.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие для вузов/ А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – Саратов: Саратов. гос. агр. ун-т, 2010. –135с. – 10000 экз. - ISBN 5-7011-0242-4.
3. Усанов, К.М. Автоматика [Текст]: учеб. пособие для вузов/ К.М. Усанов, А.Я. Змеев, А.В. Волгин – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008 – 108с. – 10000 экз. - ISBN 978-5-7011-0545-2.

##### Дополнительная

1. Баев, В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В.И. Баев. – М.: КолосС. – 2008. - 302с.-10000экз.–ISBN 978-5-9532-0593-1, 55.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федоренко, В.Ф. Сельскохозяйственная техника [Текст]: Кат., Т.4. Техника для животноводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 336с. – 10000 экз. - ISBN 978-5-7367-0661-7.
2. Змеев, А.Я. Проектирование систем электрификации [Текст]: учеб. пособие для вузов/ А.Я. Змеев, К.М. Усанов, В.А. Каргин. – Саратов: Сарат. гос. агр. ун-т, 2010. –135с. – 10000 экз. - ISBN 5-7011-0242-4.
3. Усанов, К.М. Автоматика [Текст]: учеб. пособие для вузов/ К.М. Усанов, А.Я. Змеев, А.В. Волгин – Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008 – 108с. – 10000 экз. - ISBN 978-5-7011-0545-2.
4. Баев, В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению [Текст]: учеб. пособие для вузов/ В.И. Баев. – М.: КолосС. – 2008. - 302с.-10000экз.–ISBN 978-5-9532-0593-1, 55.
5. Бородин, И. Ф. Автоматизация технологических процессов и систем автоматического управления [Текст]: учеб. пособие для вузов/ И.Ф. Бородин, С.А. Андреев. – М.: КолосС, 2005–352с.: ил. –10000 экз. –ISBN 5-9532-0140-0.
6. Ерошенко, Г.П. Эксплуатация электрооборудования [Текст]: учебник для вузов/ Г. П. Ерошенко, А.П. Коломиец А.П. – М.: КолосС, 2008. –344с.: ил. 10000экз. – ISBN 978-5-9532-05.
7. Карташов, Б.А. Практикум по автоматике. Математическое моделирование систем автоматического регулирования [Текст]: учеб. пособие для вузов / Б.А. Карташов, А.Б. Карташов, О.С. Козлов. – М.: КолосС, 2009. –184с.: ил. 100экз.
8. Стафиевская, В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В.В. Стафиевская, А.М. Велентеенко, В.А. Фролов. – Электрон. дан. (6 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – ISBN 978-5-7638-1446-0.
9. Тарасенко, А.П. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие для вузов / А.П. Тарасенко. – М.: КолосС, 2002. – 552 с.: ил. –1000 экз. – ISBN 5-9532-0004-8.
10. Правила устройств электроустановок [Текст]. – М.: Норматика, 2013. – 464 с. – 3000 экз. – ISBN 978-5-4374-0188-0.
11. Глебов, И.Т. Научно-техническое творчество [Текст] : учеб. пособие / И.Т. Глебов, В.В. Глухих, И.В. Назаров. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2002. – 264 с. – 200 экз. – ISBN 5-230-25723-7.
12. Шкляр, М.Ф. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / М.Ф. Шкляр. – 3-е изд. – М. Дашков и К, 2009. – 244 с. – 200 экз. – ISBN 978-5-394-00392-9.
13. Сабитов, Р.А. Основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / Р.А. Сабитов. – Челябинск: Челяб. гос.ун-т, 2002. – 138с. – ISBN 5-7271-0587-0.
14. Рыжков, И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Текст]: учеб. пособие / И.Б. Рыжков. – СПб.: Лань, 2012. – 222 с. : ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-8114-1264-8.
15. Билибин, К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры [Текст]: учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, Л.В. Журавлева и др.; Под общ. ред. В.А. Шахнова. – 2-е изд., перераб., и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 568 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-7038-2716-7.

16. Волошенко, А.В. Проектирование систем автоматического контроля и регулирования [Текст]: учеб. пособие / А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 108 с.: ил. – 100 экз. – ISBN 987-5-98298-860-7.

17. Каленкович, Н.И. Радиоэлектронная аппаратура и основы ее конструкторского проектирования [Текст] / Н.И. Каленкович, С.М. Боровиков, А.М. Ткачук, Н.С. Образцов. – Минск: БГУИР, 2008. – 200 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-985-488-272-7.

18. Амосов, В.В. Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств [Текст]: учеб. пособие / В.В. Амосов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 560 с.: ил. – 200 экз. – ISBN 978-5-9775-0018-0.

19. Воробьев, В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства [Текст]: учеб. пособие / В.А. Воробьев. – М.: КолосС, 2005. – 280 с.: ил. – 2000 экз. – ISBN 5-9532-0212-1.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	3
<b>Лекция 1. Энергоресурсы. Общие сведения</b>	4
Вопросы для самоконтроля	13
Список литературы	13
<b>Лекция 2. Энергосбережение при потреблении энергоресурсов. Показатели качества электроэнергии.</b>	15
Вопросы для самоконтроля	21
Список литературы	21
<b>Лекция 3. Энергосбережение в сельскохозяйственном производстве</b>	22
Вопросы для самоконтроля	25
Список литературы	26
<b>Лекция 4. Эффективность проектных решений</b>	27
Вопросы для самоконтроля	30
Список литературы	30
<b>Лекция 5. Оптимизация технических решений</b>	32
Вопросы для самоконтроля	35
Список литературы	36
<b>Лекция 6. Научная информация: поиск, систематизация, обработка</b>	37
Вопросы для самоконтроля	41
Список литературы	41
<b>Лекция 7. Научная информация: поиск, систематизация, обработка</b>	42
Вопросы для самоконтроля	53
Список литературы	53
<b>Лекция 8. Организация проектирования электрооборудования. Техническая документация</b>	54
Вопросы для самоконтроля	58
Список литературы	59
<b>Лекция 9. Условия эксплуатации и их влияние на проектирование электрооборудования</b>	60
Вопросы для самоконтроля	65
Список литературы	65

<b>Лекция 10. Проектирование систем охлаждения электрических машин</b>	66
Вопросы для самоконтроля	68
Список литературы	68
<b>Лекция 11. Проектирование систем охлаждения электрических машин</b>	69
Вопросы для самоконтроля	70
Список литературы	70
<b>Лекция 12. Техническая эксплуатация электрооборудования</b>	72
Вопросы для самоконтроля	76
Список литературы	77
<b>Лекция 13. Электротехнологии в системах обеспечения микроклимата</b>	78
Вопросы для самоконтроля	80
Список литературы	81
<b>Лекция 14. Электротехнологии в системах обеспечения микроклимата</b>	82
Вопросы для самоконтроля	86
Список литературы	86
<b>Лекция 15. Информационные технологии в управлении производственными процессами</b>	87
Вопросы для самоконтроля	93
Список литературы	93
<b>Библиографический список</b>	94
<b>Содержание</b>	86