Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

МАШИНОСТРОЕНИЕ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. ТРАНСПОРТ

doi: 10.51639/2713-0576_2022_2_4_41
УДК 658.512, 658.516, 62-05
ГРНТИ 55.18.19
ВАК 05.02.22, 05.13.18

Усовершенствованная методика расчета технологического процесса изготовления силового и управляющего оборудования для АЭС

[1,2,3] Лоскутов И. А.

[1] *Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы имени А. Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация «ВНИИЭМ»), 105187, Россия, г. Москва, Хоромный тупик, д. 4, стр. 1*
[2] *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение г. Москвы «Политехнический колледж им. Н. Н. Годовикова»*
125130, Россия, г. Москва, ул. Зои и Александра Космодемьянских, д. 19
[3] *Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»*
115409, Россия, г. Москва, Каширское ш., д. 31

e-mail: faxvex@ya.ru

Статья посвящена усовершенствованию ранее разработанной методики расчета технологического процесса изготовления силового и управляющего оборудования для АЭС. В начале показывается проблема области машиностроения в части проведения нормировочных работ и указывается несовершенство классических подходов для определения временных затрат. Далее отмечается потребность в разработке специальных методик для мелкосерийного и штучного производств. После проводится анализ СУЗ АЭС, делается вывод о количестве поставляемых типопредставителей на один энергоблок. На основании полученных результатов отмечается практически полное отсутствие источников, описывающих опыт применения нестандартных подходов по нормированию технологического процесса. В подтверждение необходимости сокращения сроков изготовления силового и управляющего оборудования, приводятся временные рамки создания энергоблока, которые сводят к минимуму потенциал от новой электростанции / её части. Далее на базе ранее разработанных моделей для силового и управляющего оборудования были исправлены неточности и добавлен контур ограничивающих временных элементов. В заключении даются комментарии относительно применимости полученных результатов и потенциальных возможностях по автоматизации процесса расчёта.

Ключевые слова: АЭС, силовое оборудование, управляющее оборудование, нормирование, затраченное время.

Введение

Одна из главных проблем современного машиностроения заключается в неоправданно затянутом процессе изготовления конечной продукции. Причин такого замедления достаточно много. Так, например, в работе [1] упоминается влияние организационных форм, выбранных на производстве. Соответственно, при неоптимальном принятии управленческих

подходов, будет происходить замедление. В другой работе [2] проводится комплексный анализ преимуществ и недостатков систем управления предприятиями, из которых следует достаточно неоднозначная картина определения правильной структуры, вследствие подачи информации в общих характеристиках и т. д., и т. п.
В результате появляется достаточно большой массив факторов, которые всецело оказывают влияние на техпроцесс. Полностью учесть их весьма проблематично, как и вывести математическую зависимость, объединяющую главные параметры. Поэтому, перед специалистами по организации производства и нормированию труда, встаёт достаточно сложная задача по конкретизации.
Первое, на что стоит обращать внимание при решении вопросов нормирования, – определение области работ, в которой будет в дальнейшем происходить техпроцесс. Второе – выбор деятельности.
Как показывает практика, решение уже данных задач способно значительно сократить вариацию подходов расчёта потенциально затраченного времени. Кроме того, появляется возможность в проведении оценки необходимости создания новой, ранее не разработанной методологии.
От выбора области зависит достаточно много. Так, порой по одному лишь названию можно понять насколько много однотипных изделий будет производится на предприятии. Технологический процесс также может быть подразделен на подпроцессы: сборка, электромонтаж и т. п. Т. е. определение оправданного метода оценки затраченного времени будет следовать исходя из характеристик проводимых работ.
В идеальных случаях, могут применяться стандартные подходы, как, например, норма времени, о которой говорится в работе [3]. Стоит отметить, что до сих пор указанная методология распространена на большинстве отечественных производств. Применение на первый взгляд понятной и простой расчетной схемы скрывает в себе значимый недостаток – разброс временных параметров на ту или иную операцию может значительно варьироваться, из-за чего влияние подхода будет тем хуже, чем меньше изделий изготавливается в партии.
Т. е., можно констатировать наличие потребности в применении специальных подходов к определению затраченного времени, особенно в случаях штучного и мелкосерийного производств.

Потребность в разработке новой методологии для производств, занимающихся изготовлением силового и управляющего оборудования для атомной области

Вданной работе будет рассматриваться область мирной атомной энергии. Конкретнее – изготовление электрооборудования систем защиты и управления (СУЗ),среди которых немаловажную роль играют силовое и управляющее оборудование.
О составе СУЗ можно судить по открытой информации, представленной в [4]. Как видно, количество шкафов немногим превышает 100 единиц.На практике, на специализированном предприятии изготавливается оборудование для одного-четырех энергоблоков в год, однако его нельзя назвать типовым, т.к. изменения, вызванные требованиями заказчика, в той или иной мере могут присутствовать.
В целом же, складывается первоначальное впечатление о серийном производстве изделий, однако оно не будет полностью верным. Более точно его можно охарактеризовать как по большей части штучное, с присутствием мелкосерийных вариаций оборудования. Действительно, в указанной работе [4] упоминается, что существует порядка 18 шкафов – типопредставителей, входящих в СУЗ. Мелкосерийными можно охарактеризовать лишь несколько из них, большая же часть не будет превышать количества в пять единиц на один энергоблок.
В результате разбора можно прийти к логичному выводу, что применения усреднённых классических подходов не оптимально по отношению к выбранному типу оборудований.

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

Таким образом, необходимо использовать специализированные вариации нормировки временных показателей работ, о которых, для атомной области, в научной литературе практически нет упоминаний. Т. е. имеющаяся научная база является сугубо личной разработкой предприятий-изготовителей и не афишируется. Причём стоит отметить, что последнее происходит не из-за наличия «ноу-хау» в областях организации производства и нормирования, а вследствие применения концепций уже упомянутых классических подходов с небольшими логичными доработками, вызванными спецификой работ.
Кроме того, нельзя не затронуть тематику сроков изготовления оборудования. Так, в работе представленной на предыдущей научной конференции [5] уже были показаны выдержки из нормирующего документа МАГАТЭ, основная суть которых следующая: на изготовление энергоблока уходит более пяти лет. Т. е. конечный продукт, энергоблок АЭС, будет доступен для пользователей не ранее указанного времени, что сводит к минимуму потенциал от новой электростанции / её части, т.к. количество потребителей постоянно растёт ударными темпами [6].
Резюмируя вышесказанное – необходимо провести сокращение временного параметра изготовления рассматриваемого оборудования для АЭС. Т. е. изменения коснутся исполнителя [7, с. 13], ответственного за физическую реализацию. Решением же выступать будет новая расчётная модель.

Создание агентной нормировочной модели

В качестве базиса агентной модели будут использоваться ранее разработанные уравнения, показанные научному сообществу в 2021 году [5]. Вследствие наличия в них допущений, проведем их модификацию. Тем самым будет получена новая математическая модель.
Первое, на что следует обратить внимание – в изначальных уравнениях присутствовали незначительные ошибки в описании коэффициентов. После исправления уравнения для силового оборудования станут:

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{24} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{24} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \overline{\mathrm{X}} = \sum_{j=1}^{24} \sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \\ \sum_{j=25}^{30} \sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} + \\ \sum_{\varphi=1}^{2\tau} (\sum_{k=1}^{24} \sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \\ \sum_{k=25}^{30} \sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} + Q_\varphi) \end{cases} \quad (1)$$

Для управляющего оборудования:

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{26} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{26} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \overline{\mathrm{X}} = \sum_{j=1}^{26} \sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \\ \sum_{j=27}^{32} \sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=27}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{26} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} + \\ \sum_{\varphi=1}^{2\tau} (\sum_{k=1}^{26} \sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \\ \sum_{k=27}^{32} \sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=27}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{26} W_\theta^{q_\theta-\rho} + Q_\varphi) \end{cases} \quad (2)$$

В дальнейшем проведём модификацию уравнений путём внедрения ограничивающих временных элементов. Для этого введём функцию досрочной остановки процесса сборки, т. е. рассмотрим два возможных события:

1. Приравнивание выходной переменной к значению остановки “WA”;

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

2. Составление циклического описания с проверкой на каждой итерации закончился процесс или продолжается.

Дальнейшее рассмотрение и вывод будет происходить по силовому шкафу, т.к. для управляющего на выходе получится аналогичный результат.

В первом случае для силового оборудования получится:

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{24} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{24} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \bar{X} = \overline{ZA} + \sum_{\varphi=1}^{2\tau}(\overline{QA} + Q_\varphi) \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \text{Если } \overline{WA} < \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \overline{WA} \end{cases} \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{QA} \\ \overline{QA} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \text{Если } \overline{WA} < \overline{QA} \\ \overline{QA} = \overline{WA} \end{cases} \end{cases} \quad (3)$$

Во втором случае:

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{24} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{24} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \bar{X} = \overline{ZA} + \sum_{\varphi=1}^{2\tau}(\overline{QA} + Q_\varphi) \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \text{Если } \overline{WA} < \overline{ZA} \\ \overline{ZA_j} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \overline{ZA} = F_{min}\left(\overline{ZA_j} - \overline{WA} > 0\right) \to 0 \end{cases} \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{QA} \\ \overline{QA} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \text{Если } \overline{WA} < \overline{QA} \\ \overline{QA_k} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \overline{QA} = F_{min}(\overline{QA_k} - \overline{WA} > 0) \to 0 \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

Последние два уравнения сравнивают элементы $\overline{ZA}$ и $\overline{QA}$ с $\overline{WA}$ одновременно, что не совсем корректно, поскольку в каждой из частей уравнений не происходит учёт другого элемента. Принимая во внимание вышесказанное, получим:

в первом случае:

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{24} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{24} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \bar{X} = \overline{ZA} + \sum_{\varphi=1}^{2\tau}(\overline{QA} + Q_\varphi) \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} < \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \overline{WA} \\ \overline{QA} = 0 \\ \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} - \overline{ZA} \geq \overline{QA} \\ \overline{QA} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \text{Если } \overline{WA} - \overline{ZA} < \bar{Q}A \\ \overline{QA} = \overline{WA} - \overline{ZA} \end{cases} \end{cases} \end{cases} \quad (5)$$

во втором случае:

$$\begin{cases} i_j = \sum_{\omega=1}^{24} x_\omega + 2U_{1\omega} \\ l_k = \sum_{\eta=1}^{24} q_\eta + 2U_{1\eta} \\ \bar{X} = \overline{ZA} + \sum_{\varphi=1}^{2\tau}(\overline{QA} + Q_\varphi) \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} < \overline{ZA} \\ \overline{ZA_J} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \overline{ZA} = F_{min}\left(\overline{ZA_J} - \overline{WA} > 0\right) \to 0 \\ \text{Если } \overline{WA} \geq \overline{ZA} \\ \overline{ZA} = \sum_{j=1}^{24}\sum_{\vartheta=i_{j-1}}^{i_j} t_j \prod_{\mu=1}^{j} W_\mu^{i_j-\vartheta} + \sum_{j=25}^{30}\sum_{\delta=\varsigma_{j-1}}^{\varsigma_j} t_j \prod_{\xi=25}^{j} W_\xi^{\varsigma_j-\delta} \prod_{\psi=1}^{24} W_\psi^{x_\psi-\vartheta} \\ \begin{cases} \text{Если } \overline{WA} - \overline{ZA} \geq \overline{QA} \\ \overline{QA} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \text{Если } \overline{WA} - \overline{ZA} < \overline{QA} \\ \overline{QA_k} = \sum_{k=1}^{24}\sum_{\rho=l_{k-1}}^{l_k} t_k \prod_{\sigma=1}^{k} W_\sigma^{l_k-\rho} + \sum_{k=25}^{30}\sum_{\alpha=\nu_{k-1}}^{\nu_k} t_k \prod_{\beta=25}^{k} W_\beta^{\nu_k-\alpha} \prod_{\theta=1}^{24} W_\theta^{q_\theta-\rho} \\ \overline{QA} = F_{min}(\overline{QA_k} - (\overline{WA} - \overline{ZA}) > 0) \to 0 \end{cases} \end{cases} \quad (6)$$

Заключение

В результате работы были получены новые математические закономерности и добавлена ранее не учтенная возможность – остановки техпроцесса при необходимости. Действительно, на практике случаются ситуации, в которых остановка работ необходима. Соответственно, за счёт новых возможностей, управленец сможет не только понять на какой итерации остановится работник, но и также рассчитать оставшееся время, т. к. оно может увеличиться из-за отката последней операции к начальной стадии.

Кроме того, полученные зависимости расширили функционал базисных уравнений и приблизили математическое моделирование к практической реализации, т. е., возможности проведения автоматизированного расчёта. А в случае наличия характеристической базы данных персонала, можно будет рассматривать вариативные ситуации за короткий промежуток времени.

Однако, даже в математическом виде уравнение будет полезно на производстве.

В дальнейшем полученные закономерности также будут исследованы на возможность устранения ранее не найденных неточностей.

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

Конфликт интересов

Автор статьи заявляет, что у него нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и ему ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Носова О. В. Институциональная теория и ее применение в постсоветских странах // Социально-экономическое управление: теория и практика. 2011. № 2(20). С. 36–54.
2. Шинкевич А. И., Барсегян Н. В. Совершенствование методов управления производственными процессами на нефтехимических предприятиях // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2020. Т. 5. С. 35-40.
3. Мамуров Э.Т., Косимова З.М., Гильванов Р.Р. Использование программ для расчетов основного технологического времени //Scientificprogress. 2021. № 1. С. 918–923.
4. Геча В.Я., Лаврухин О. Н., Мещихин И. А. Исследование методов контроля качества обжимных соединений при производстве аппаратуры комплекса электрооборудования системы управления и защиты атомных электростанций // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 2013. Том 135. № 4. С. 31–38.
5. Лоскутов И. А. Моделирование техпроцесса изготовления силового и управляющего оборудования для АЭС // Инженерно-техническое образование и наука ИТОН-2021 :сб. трудов междунар. науч.-практич. конф. / под общ. ред. И. В. Чистякова. Новороссийск: Филиал ФГБОУ ВО «БГТУ им. В. Г. Шухова» в г. Новороссийске. 2021. С. 41–44.
6. Смагина М. Н., Нестулаева Д. Р. Исследование российского рынка электроэнергии // ВЭПС. 2015. № 3. С. 94–96.
7. Кузнецов Е. Э. Разработка методологии подтверждения соответствия сложного оборудования и изделий для объектов использования атомной энергии установленным требованиям надежности и безопасности: автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук. 05.04.11 – Атомное реакторостроение, машины, агрегаты и технология материалов атомной промышленности – М.: 2004. 33 с.

Improved calculation method of the technological process of manufacturing power and control equipment for nuclear power plants

[1,2,3] Loskutov I. A.

[1] *Joint Company “Research and Production Corporation “Space Monitoring Systems, Information & Control and Electromechanical Complexes” named after A.G. Iosifian” (“VNIIEM Corporation” JC), 105187, Russia, Moscow, Horomnytupik, 4, p. 1*
[2] *State budgetary professional educational institution of Moscow “Polytechnic College named after N.N. Godovikov”, 125130, Russia, Moscow, Zoya andAlexandra Kosmodemyanskikh, 19*
[3] *Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Nuclear University "MEPhI", 115409, Russia, Moscow, Kashirskoe sh., 31*

The article is devoted to the improvement of the previously developed methodology for calculating the technological process of manufacturing power and control equipment for nuclear power plants. At the beginning, the problem of the field of mechanical engineering in terms of carrying out rationing works is shown and the imperfection of classical approaches for determining time costs is

Молодёжный вестник НФ БГТУ. 2022. Том 02. № 04 (08)
https://rio-nb-bstu.science

indicated. Further, there is a need to develop special techniques for small-scale and piece production. After the analysis of the NPP CPS is carried out, a conclusion is made about the number of supplied type representatives per power unit. Based on the results obtained, there is an almost complete absence of sources describing the experience of using non-standard approaches to rationing the technological process. In confirmation of the need to reduce the production time of power and control equipment, the time frame for the creation of a power unit is given, which minimizes the potential from a new power plant / its part. Further, on the basis of previously developed models for power and control equipment, inaccuracies were corrected and a contour of limiting time elements was added. In conclusion, comments are given on the applicability of the results obtained and the potential possibilities for automating the calculation process.

Key words: NPP, power equipment, control equipment, rationing, time spent