

УДК 621.327

А.В.САПРЫКА, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ГОРЕНИЯ ЛАМП ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ В НАРУЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ МЕГАПОЛИСА

Предложена современная методика определения длительности горения ламп высокой интенсивности от напряжения сети.

Запропонована сучасна методика визначення тривалості горіння ламп високої інтенсивності від напруги мережі.

The methodology have been determinate of duration high intensity lighting lamps is offered from tension of power supply.

Ключевые слова: модель, методика, напряжение, наружное освещение, ДНАТ, регрессия, номограмма.

Отклонение показателей качества электроэнергии от нормативных оказывает большое влияние на работу осветительных установок наружного освещения. Повышение энергоэффективности связано с задачей оптимального комплексного снижения затрат в осветительных установках и является одним из главных направлений развития наружного освещения мегаполиса.

Для разработки методики необходимо, прежде всего, идентифицировать рассматриваемый объект, т.е. разработать его математическую модель. Ввиду отсутствия теоретических причинно-следственных моделей процесса влияния напряжения питания, в которых были бы учтены взаимодействия элементарных явлений, определяющих ход процесса в совокупности, в данном случае возникает необходимость построения модели, основанной на вероятностном характере переменных, описывающих процесс. Такая модель обязательно упрощает физический объект и, в зависимости от выбранного метода моделирования, в определенной степени обобщает его [1].

Никакая обобщенная модель не может быть полностью адекватна реальному объекту, поскольку можно создать бесконечное количество таких моделей. Вопрос о необходимой степени адекватности модели должен решаться в каждом конкретном случае в зависимости от целей ее использования. В нашем случае “степень истинности” обобщенной модели можно определить пределами эффективности систем управления освещением, разработанными с ее использованием. Основными методами построения моделей являются аналитические, экспериментальные и экспериментально-аналитические методы.

Целью работы является дальнейшее совершенствование системы

наружного освещения мегаполиса с помощью методики определения длительности горения ламп высокой интенсивности в зависимости от напряжения сети.

Проведем разработку методики анализа сокращения срока службы разрядных ламп типа ДНаТ на основе экспериментальных данных, полученных профессором Г.М.Кожушко и полученных нами на ИП-350, ИП-283, ИП-703, ИП-35, ИП-646 [2, 3]. В качестве таких данных используем замеры фазных напряжений в разных точках сети электроснабжения по ул.Пушкинская г.Харькова, которая освещена натриевыми лампами высокого давления типа ДНаТ. Преимущество ламп ДНаТ состоит в наивысшей световой отдаче при самой продолжительной длительности горения, что делает их наиболее экономичными источниками света. При этом спад светового потока у них составляет до 15% за среднюю продолжительность горения, что является наилучшим показателем среди всех разрядных ламп [4].

Воспользуемся средствами пакета STATISTICA, который позволяет определять различные статистические параметры экспериментальных данных. При этом в качестве независимой переменной X будем использовать время t , отсчитываемое от начала эксперимента в минутах.

Анализ полученных данных свидетельствует о сложном характере искомой зависимости. Поэтому можно сделать вывод о том, что требуется провести анализ замеров в каждом пункте индивидуально.

Значение переменной X в i -м опыте будем обозначать через $X(i)$, соответствующее значение величины отклика Y обозначим через $Y(i)$, $0 < i \leq n$.

В статистике подобные задачи решаются в рамках регрессионной модели. В качестве регрессионной модели используем линейную модель.

Общая вычислительная задача, которую требуется решать при анализе методом регрессии, состоит в подгонке прямой линии к некоторому набору точек.

Регрессионный анализ в системе STATISTICA проводится в модуле «Множественная регрессия (Multiple regression)».

Общая задача состоит в том, чтобы по наблюдениям $(X(1), Y(1)), \dots, (X(n), Y(n))$:

- оценить параметры модели наилучшим образом;
- построить доверительные интервалы;
- проверить гипотезу о значимости регрессии;
- оценить степень адекватности модели.

Проведем анализ эксперимента в пункте ИП350. Исходные дан-

ные и соответствующие уравнения регрессии представлены на рис.1. На рис.2 представлены соответствующие законы распределения остатков, которые не объясняет регрессия. На рис.3 приведены зависимости остатков, позволяющие оценить гипотезу о нормальности их распределения. Аналогичные расчеты проведем и для остальных пунктов.

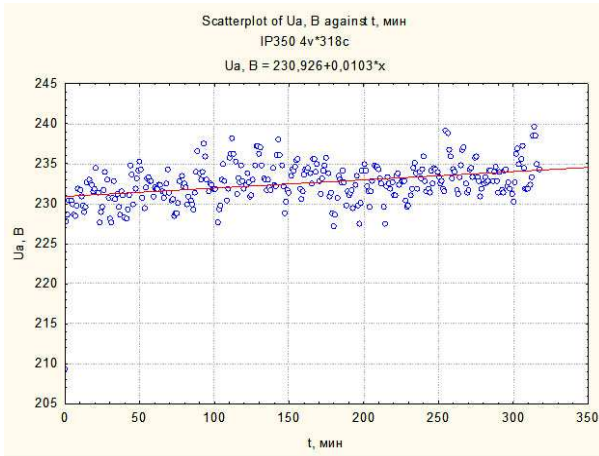


Рис.1 – Данные эксперимента и уравнения регрессии в пункте ИП350

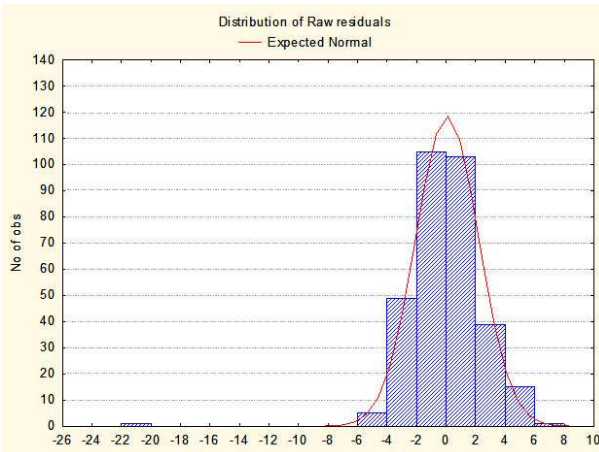


Рис. 2 – Законы распределения остатков, которые не объясняет регрессия в пункте ИП350

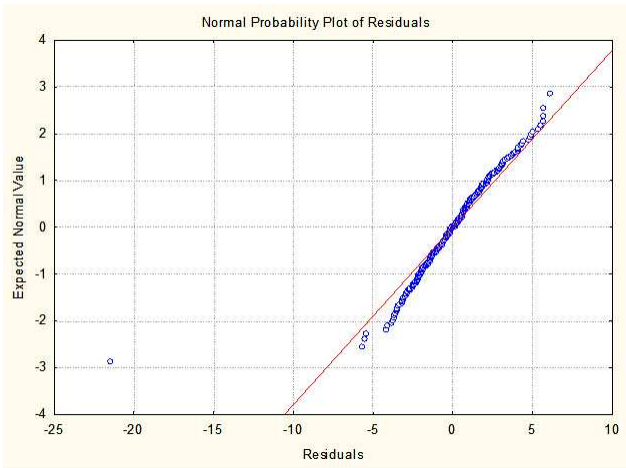


Рис.3 – Зависимости остатков уравнений регрессии в пункте ИП350

Итоговые результаты расчетов приведены в таблице.

Результаты расчетов

Пункт замеров	Параметр	Коэффициент корреляции (Multiple R)	Коэффициент детерминации (R-square)	Скорректированный коэффициент детерминации (Adjusted R-square)	Стандартная ошибка оценки (Std. Error of estimate)	Оценка свободного члена регрессии (Intercept)	Стандартная ошибка оценки свободного члена (Std. Error)	Значение t-критерия (t(df))	Значения F-критерия (F)	Число степеней свободы F-критерия (df)	Уровень значимости (p)
ИП350	Ua	0,361	0,130	0,128	2,459	230,926	0,275	839,330	47,423	1,316	0,000
	Ub	0,817	0,668	0,667	3,191	209,842	0,357	587,740	636,182	1,316	0,000
	Uc	0,778	0,606	0,605	2,394	229,538	0,268	857,080	485,916	1,316	0,000
ИП283	Ua	0,877	0,768	0,767	0,991	234,306	0,131	1783,200	742,598	1,224	0,000
	Ub	0,593	0,352	0,349	1,123	238,901	0,149	1604,300	121,723	1,224	0,000
	Uc	0,468	0,219	0,216	1,362	235,382	0,181	1303,300	62,880	1,224	0,000
ИП703	Ua	0,007	0,000	-0,005	2,375	219,013	0,326	672,120	0,009	1,209	0,924
	Ub	0,543	0,295	0,292	2,070	205,965	0,284	725,290	87,451	1,209	0,000
	Uc	0,270	0,073	0,068	2,828	222,454	0,388	573,270	16,384	1,209	0,000
ИП135	Ua	0,771	0,594	0,592	1,939	233,239	0,267	872,490	302,590	1,207	0,000
	Ub	0,690	0,476	0,473	1,761	227,689	0,243	937,960	187,983	1,207	0,000
	Uc	0,876	0,767	0,766	1,575	218,540	0,217	1006,700	680,655	1,207	0,000
ИП646	Ua	0,545	0,297	0,293	1,108	238,842	0,162	1471,500	77,403	1,183	0,000
	Ub	0,280	0,078	0,073	1,690	235,609	0,247	951,980	15,585	1,183	0,000
	Uc	0,794	0,631	0,629	1,457	237,048	0,213	1110,600	312,466	1,183	0,000

Анализ таблицы показывает, что все коэффициенты в ней значимы, так как р-значения для каждого из них меньше заданной величины 0,05.

Известно, что срок эксплуатации ламп ДНаТ сильно зависит от напряжения сети, колебаний напряжения и других условий эксплуатации. На рис.4 приведены такие зависимости. Поэтому нами была разработана следующая методика, согласно которой:

- необходимо провести замеры фазных напряжений с помощью средств измерений (например, фирм Fluke, METREL, SATEC, НПП "Энерготехника", АНТЕС, ООО "Парма", НПП «МАРС-ЭНЕРГО», ООО "ЭНЕРГОКОНТРОЛЬ" и др.);
- определить для каждой фазы уравнения регрессии $U(t)_{if} = a_{if0} + a_{if1}t$;
- нанести на номограмму зависимости относительной длительности горения натриевых ламп типа ДНаТ от напряжения питания в виде кривых равного уровня в функции вида географического района и напряжения на лампах U_{λ} ;
- на эту же номограмму нанести ожидаемые значения фазных напряжений в начале $U_{if,нач}$ и в конце $U_{if,кон}$ процесса горения;
- определить при $t_{гор}=1$ желаемые значения фазных напряжений в начале $U_{if,нач}^*$ и в конце $U_{if,кон}^*$ процесса горения;
- рассчитать для каждой фазы требуемое значение управлений в системе электроснабжения в начале $\Delta U_{if,нач} = U_{if,нач}^* - U_{if,нач}$ и в конце $\Delta U_{if,кон} = U_{if,кон}^* - U_{if,кон}$ процесса горения;
- рассчитать коэффициенты зависимостей $\Delta U(t)_{if} = b_{if0} + b_{if1}t$, аппроксимирующих законы изменения значений управлений в системе электроснабжения,

где $b_{if0} = \Delta U_{if,нач}$; $b_{if1} = (\Delta U_{if,кон} - \Delta U_{if,нач}) / t_{гор}$.

Для иллюстрации методики разработана вычислительная программа определения законов управления, расчеты по которой сделаны нами на примере ул. Пушкинской.

Воспользовавшись результатами измерений, нами получены зависимости изменения отклонений светового потока в функции времени, составленной в среде пакета MATLAB. Такие зависимости для пункта ИП-350 показаны на рис.5.

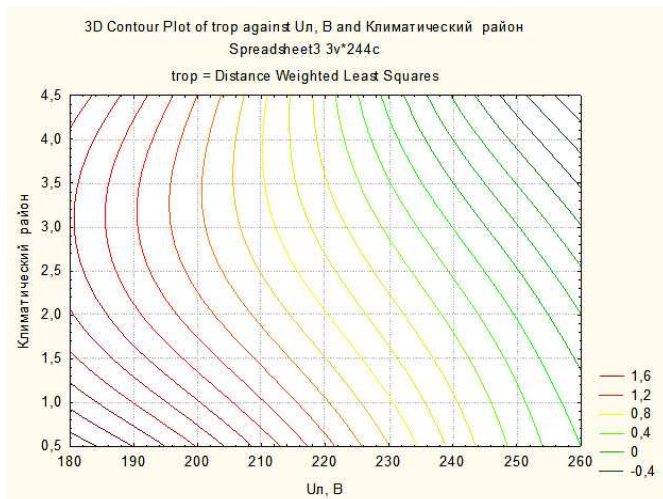


Рис.4 – Зависимость относительной длительности горения натриевых ламп типа ДНаТ от напряжения питания в закрытых светильниках для разных географических районов

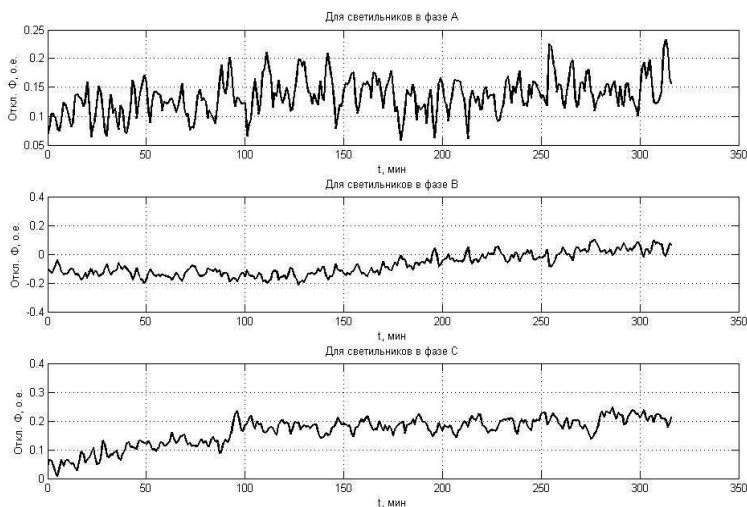


Рис.5 – Зависимость светового потока от времени в пункте ИП350

Таким образом, была разработана современная методика определения длительности горения ламп высокой интенсивности в зависимо-

сти от напряжения сети. Для иллюстрации методики разработана вычислительная программа определения законов управления, расчеты по которой сделаны нами на примере ул. Пушкинская.

Получены зависимости изменения отклонений светового потока в функции времени, составленной в среде пакета MATLAB. Световой поток во время работы ламп наружного освещения может быть как недостаточным (ИП703, фаза Б – 43%), так и избыточным (ИП350, фаза А – 59%) в очень большом диапазоне, что является недопустимым и требует усовершенствования системы управления наружным освещением мегаполиса.

1.Рубцов В.П., Погребиский М.Я. Моделирование в технике. – М.: МЭИ, 2008. – 101 с.

2.Кожушко Г.М. Вплив деяких факторів на експлуатаційну надійність натрієвих ламп високого тиску // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.53. – К.: Техніка, 2003. – С.211-218.

3.Сапрыка А.В. Экспериментальные исследования качества электрической энергии в осветительных сетях г.Харькова // Коммунальное хозяйство городов. Науч.-техн. сб. Вып.74. – К.:Техніка, 2007. – С.365-368.

4.Айзенберг Ю.Б. Справочная книга по светотехнике. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

Получено 27.11.2009

УДК 628.931

О.Ю.ПОЛЩУК, В.М.ПОЛЩУК, канд. техн. наук,
В.Ф.РОЙ, д-р фіз.-матем. наук

Харківська національна академія міського господарства

РЕГУЛЯТОР ЯСКРАВОСТІ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ ДЛЯ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Аналізується можливість створення керуємих установок зовнішнього освітлення на базі групових регуляторів яскравості розрядних ламп високого тиску.

Анализируется возможность создания регулируемых установок наружного освещения на базе групповых регуляторов яркости разрядных ламп высокого давления.

The opportunity of creation of adjustable installations of external illumination is analyzed on the basis of group regulators of brightness of digit lamps of a high pressure.

Ключові слова: регулятор яскравості, розрядна лампа, зовнішнє освітлення, тиристорний ключ, баластний дросель, сімістор, кут відсічки.

Створення ефективних регульованих установок зовнішнього освітлення (УЗО) є важливою проблемою у зв'язку з необхідністю підвищення якості освітлення і зменшення числа дорожньо-транспортних пригод у нічний час та з нагальними вимогами щодо економії електроенергії. Задача підвищення ефективності УЗО достатньо актуальна,