

# ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 681.5

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ И ВЕРОЯТНОСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДАТЧИКОВ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ

*И. Х. Сиддиқов<sup>1</sup>, Ю. А. Лежнина<sup>2</sup>, И. М. Хонтураев<sup>3</sup>, М. Т. Максудов<sup>4</sup>, А. А. Абдумаликов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммад Аль-Хоразми, г. Ташкент, Республика Узбекистан

<sup>2</sup>Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

<sup>3</sup>Джизакский политехнический институт, г. Жиззак, Республика Узбекистан

<sup>4</sup>Андижанский машиностроительный институт, г. Андижан, Республика Узбекистан

В данной статье представлены результаты исследования рабочих характеристик датчиков, которые обеспечивают управляющие и контролируемые сигналы в виде вторичного напряжения на основе взаимодействия между магнитными потоками, созданные первичными токами электрических сетей системы электроснабжения и используемые для контроля и управления потреблением энергетических ресурсов. Рассмотрены структуры трехэлементного и четырехэлементного датчиков контроля и управления энергопотреблением. Полученные модели исследования вероятностей рабочих состояний трех- и четырехэлементных датчиков преобразования первичных трехфазных токов позволили получить суммарную вероятность работоспособности датчиков. Показано преимущество использования четырехэлементных датчиков контроля и управления трехфазными первичными цепями для контроля и управления величинами трехфазных электрических сетей электроснабжения.

**Ключевые слова:** электрическая энергия, ток, датчик, управление, напряжение, сигнал, магнитный поток, элемент, пояс Роговского, геркон, вероятность рабочего состояния, модель, показатели надежности, работоспособность.

## A STUDY OF THE RELIABILITY AND PROBABILITY OF MONITORING AND CONTROL SENSORS FOR ENERGY MANAGEMENT

*I. X. Siddikov<sup>1</sup>, Yu. A. Lezhnina<sup>2</sup>, I. M. Honturaev<sup>3</sup>, M. T. Maksudov<sup>4</sup>, A. A. Abdumalikov<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Tashkent University of information technology named after Muhammad al-Khorazmi, Tashkent, Republic of Kazakhstan

<sup>2</sup>Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

<sup>3</sup>Dzhizak Polytechnic Institute, Djizak, Republic of Kazakhstan

<sup>4</sup>Andijon Engineering Institute, Andijan, Republic of Kazakhstan

This article presents the results of a study of the performance characteristics of sensors that provide control and control signals in the form of secondary voltage based on the interaction between magnetic flows, created by the primary currents of electric networks of the power supply system and used for monitoring and controlling the consumption of energy resources. The structures of three-element and four-element sensors for monitoring and controlling energy consumption are considered. The obtained models for studying the probabilities of operating States of three-and four-element sensors for converting primary three-phase currents allowed us to obtain the total probability of the sensors' operability. The advantage of using four-element sensors for monitoring and controlling three-phase primary circuits for monitoring and controlling the values of three-phase electric power supply networks is shown.

**Keywords:** electric energy, current, sensor, control, voltage, signal, magnetic flux, element, Rogovsky belt, reed switch, probability of working state, model, reliability indicators, performance.

### Введение

Характеристики вероятности рабочего состояния датчиков, обеспечивающего микропроцессоры и электронные устройства сигналом в виде вторичного напряжения при контроле и управлении первичными токами, протекающими из сетей систем электроснабжения (СЭС), выполняются на основе изучения состояния работы и выхода из строя элементов формирования вторичного сигнала [1–2].

При изучении вероятностей состояния работы датчика контроля и управления током, протекающим из сетей СЭС, требуется рассчитать показатели вероятности функционирования элементов датчика, участвующих в форми-

ровании  $U_2$  – выходного напряжения на основе  $I_1$  – первичного тока [3].

**Исследование показателей надежности и вероятности работоспособности элементов датчиков управления и управления электрическими сетевыми токами СЭС.**

#### а) однофазный трехэлементный датчик:

Изменение фазы  $I_1$  -первичного тока на вторичное напряжение, протекающее через сеть СЭС, элементы изменения трехэлементного датчика представлены на рисунке 1 и 2 [3–6].

В простейшем типе трехэлементного датчика изменения тока (рис. 1) первичное напряжение вторичное напряжение первичного тока – процесс преобразования сигнала от источника возбуждения датчика, выполненный в виде

токопровода электрической сети СЭС. В качестве чувствительного элемента датчика используется вторичная обмотка (пояс Роговского), расположенный на магнитном поле, в качестве чувствительного элемента (рис. 2) [3].

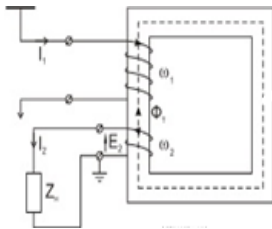


Рис. 1. Структура датчика трансформатора тока [4]:  
1 – магнитопровод, 2 – вторичный стержень  $w_2$ ,  
3 – первичный токопровод – первичный проводник –  $w_1$ .

В этом типе датчика выход вторичного стержня лежит на оси магнитного сердечника – соленоида, а другой конец выполнен в форме соленоида и стрелки, обернутой вокруг стрелки. Это гарантирует, что выход вторичного напряжения линейно пропорционален первичному току [7, 8].

Электрическая сеть СЭС на основе анализа принципа работы датчика изменения однофазного первичного тока на сигнал в виде вторичного напряжения разработана таблица возможных состояний преобразователей трехфазных датчиков, позволяющая определить надежность элементов преобразования исследуемых трехфазных датчиков, и разработана таблица возможных состояний их составляющих, которая представлена в виде таблицы № 1. Фактор контроля работоспособного состояния трехэлементного датчика (элемент магнитной смены-магнитный центр, элемент очувствления: пояс Роговского, вторичная простая или плоская измерительная обмотка) т.е. вероятность нахождения в рабочем состоянии элементов

датчика принимают соответственно следующие значения [7, 11]:

$$P_{\text{переменный магнитный элемент}} = 0.99;$$

$$P_{\text{чувствительный элемент}} = 0.99;$$

$$P_{\text{переменный первичный стержень}} = 0.99.$$

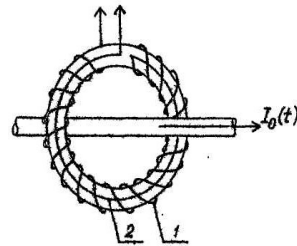


Рис. 2. Пояс Роговского:

1 – магнитная катушка, 2 – вторичный токопроводящий стержень, состоящий из одинаковых соединенных длинных соленоидов в произвольной закрытой форме, 3 – преобразователь первичного тока – первичный стержень

Вероятность рабочего состояния трехэлементного датчика однофазного тока представлена в таблице 1, в которой обобщены состояния, модель для расчета характеристики и данные трехэлементного датчика, применяемого при однофазном контроле и управлении электропотреблением [5–7].

Общий показатель надежности трехэлементного датчика контроля и управления однофазным током в электрической сети СЭС на основе моделей расчета вероятности рабочих случаев элементов определяется следующим образом  $P_{\text{общая}}$  [13]:  

$$P_{\text{общая}} = P_1P_2P_3 + P_1P_2(1-P_3) + P_1P_3(1-P_2) + P_2P_3(1-P_1) + P_1(1-P_2)(1-P_3) + P_2(1-P_1)(1-P_3) + P_3(1-P_1)(1-P_2) = 0,95.$$

Таблица 1

Вероятность рабочего состояния трехэлементного датчика однофазного тока

Датчик элемент холати	Модель для расчета вероятности рабочего состояния датчика элемента	Элементы изменения датчиков и их состояний	Результаты расчета
$C_1$	$P_1P_2P_3$	1 – магнитопровод, 2 – элемент очувствления, 3 – обмотка возбуждения – первичный токопровод	0,970299
$C_2$	$P_1P_2(1-P_3)$	чувствительный элемент неисправен	0,009801
$C_3$	$P_1P_3(1-P_2)$	Магнитопровод неисправен	0,009801
$C_4$	$P_2P_3(1-P_1)$	Обмотка возбуждения не исправна	0,009801
$C_5$	$P_1(1-P_2)(1-P_3)$	Магнитпровод и чувствительный элемент неисправны	0,000099
$C_6$	$P_2(1-P_1)(1-P_3)$	Обмотка возбуждения и чувствительный элемент неисправны	0,000099
$C_7$	$P_3(1-P_1)(1-P_2)$	Обмотка возбуждения и магнитопровод неисправны	0,000099

### б) Четырехэлементные датчики трехфазных первичных токов

Проф. В. Коваленков создал однофазный четырехэлементный магнитоуправляемый контакт – датчика (геркон), который представлен на рисунке 3. В однофазном четырехэлементном датчике первичная электрическая сеть 4 – токопровод предназначен для прохождения первич-

ного тока – источника магнитного потока, магнитопровод обеспечивает путь протекания магнитного потока через подвижный 1 и неподвижный 2 контактов, когда ток протекает по первичной обмотке возбуждения – токопроводу, контакты замыкаются, а когда первичный ток не протекает – контакты размыкаются.

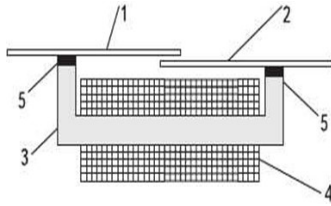


Рис. 3. Основные элементы магнитоуправляемого контакта проф. В. Коваленкова:

1 – подвижный контакт, 2 – неподвижный контакт, 3 – магнитопровод, 4 – токопроводящий – первичная стержень

В четырехэлементном датчике в виде геркона в качестве вспомогательного изолирующего материала используется 5-изоляция.

Один из типов преобразование трехфазных  $I_A, I_B$  и  $I_C$  первичных токов электрической сети СЭС на вторичное напряжение на основе элементов четырехэлементного датчика приведен на рисунке 4 [12].

Преобразование трехфазных первичных токов электрической сети СЭС на вторичное напряжение для управления и контроля осуществляются 1, 2, 3 и 4 – чувствительными элементами (простые или плоские измерительные обмотки или герконы). На рис.4 приведены 5 – изолирующая пластина, 6, 7, 8 и 9 – четырехэлементный магнитопровод со стержнями, 10 – основа магнитопровода, 11 – дополнительные стержни и 12 (фаза А), 13 (фаза В) и 14 (фаза С) – первичные токопроводы – обмотки возбуждения [6].

Принцип работы четырехэлементного датчика, участвующего в управлении и управлении электрическими величинами СЭС, основан на преобразовании первичных трехфазных токов в сигналы в виде вторичного напряжения [11–15] заключается в следующем.

Токопроводы электрической сети СЭС – первичные обмотки датчика 6 (фаза А), 7 (фаза В), 8 (фаза С) магнитные потоки, то есть первичные токопроводы датчика электромагнитной основе связаны с 10 основанием общего магнитопровода с 2, 3, 4 и 5 параллельными стержнями, 2, 3, 4 и 5 параллельными и дополнительными стержнями 12, 13, 14 и 15 через  $\Phi_{\mu A}, \Phi_{\mu B}$  и  $\Phi_{\mu C}$  – магнитные потоки и эти магнитные потоки пересекают элементы очувствления 12, 13, 14 и 15 в виде обычных или плоских измерительных катушек или герконов, расположенные на изоляционных пластинах 16, 17 и 18 на воздушном зазоре между дополнительными сердечниками 9, 10 и 11.

Первичные электрические токи, протекающие из каждой фазы электрической сети СЭС, образуют магнитные токи  $\Phi_{\mu 1}, \Phi_{\mu 2}$  и  $\Phi_{\mu 3}$ , которые выражаются следующим образом [7]:

$$\Phi_{\mu 1} = (I_A W_{n1}) / R_{\mu 1},$$

$$\Phi_{\mu 2} = (I_B W_{n2}) / R_{\mu 2},$$

$$\Phi_{\mu 3} = (I_C W_{n3}) / R_{\mu 3},$$

где  $I_A, I_B, I_C$  – токи, проходящие по фазам электрических сетей, то есть по первичным токопроводам;

$W_{n1}, W_{n2}, W_{n3}$  – количество первичных обмоток, (то есть число витков обмоток:  $W_{n1} = W_{n2} = W_{n3} = 1-5$  – число витков каждого первичного токопровода – число витков обмоток возбуждения равняется числу витков обмоток, то есть в каждом воздушном зазоре устанавливается от одного до пяти обмоток возбуждения);

$R_{\mu 1} = R_{\mu 2} = R_{\mu 3}$  – суммарное магнитное сопротивление магнитопровода и воздушных зазоров, а также дополнительных стержней, имеющих соответственно общую основу, в которых они расположены на пути, по которому пересекаются магнитные потоки  $\Phi_{\mu 1}, \Phi_{\mu 2}, \Phi_{\mu 3}$ .

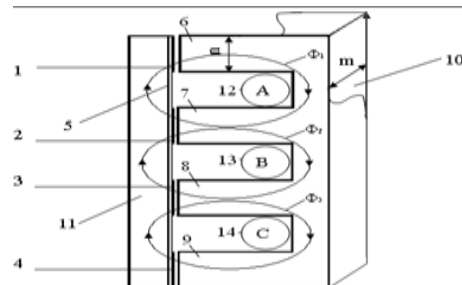


Рис. 4. Структура датчика преобразования трехфазных  $I_A, I_B$  и  $I_C$  первичных токов на вторичные напряжения

Магнитные сопротивления воздушных зазоров определяются следующим образом:

$$R_{\mu 1} = R_{\mu \text{ основа}} + R_{\mu \text{ воздух}},$$

$$R_{\mu \text{ основа}} = L_{\mu \text{ основа}} / (\mu \times F), R_{\mu \text{ воздух}} = \delta / (\mu_0 \times F),$$

где магнитное сопротивление магнитной основы  $R_{\mu \text{ основа}}$ ;

$L_{\mu \text{ основа}}$  – активная длина магнитного сердечника (элемент, через который протекает магнитный поток  $\Phi_{\mu}$ );

$L_{\mu \text{ воздух}}$  – длина воздушного зазора;

$\mu$  – магнитная проводимость магнитного сердечника;

$\mu_0$  – магнитная проницаемость окружающей среды (воздуха);

$R_{\mu \text{ воздух}}$  – магнитное сопротивление воздушного зазора;

$\delta$  – геометрические размеры диапазона магнитного расстояния.

Составлены таблицы вероятностей рабочего состояния четырехэлементного датчика трехфазного тока (табл. 2), позволяющая проанализировать принцип изменения сигнала в четырехэлементном датчике. Как видно из таблицы 2, определены вероятности каждого элемента элементов и вероятности условий работы элементов датчика. Суммируя вероятность всех возможных условий работы элементов (табл. 2), определяется вероятность рабочего состояния датчика [14]. В литературе установлены вероятности нахождения в рабочем состоянии основных элементов четырехэлементного датчика ( $P_1$  – вероятность нахождения в рабочем состоянии магнитопровода,  $P_2$  – вероятность нахождения в рабочем состоянии чувствительного элемента,  $P_3$  – веро-

ятность нахождения в рабочем состоянии дополнительных стержней и  $P_4$  - вероятность нахождения в рабочем состоянии - первичных токопроводов - обмотки возбуждения датчика), которые имеют следующие значения [9]:

$$P_1 = 0.99; P_2 = 0.99; P_3 = 0.99; P_4 = 0,99.$$

Вероятность работоспособности четырехэлементного датчика определяется на основании суммирования вероятностей всех возможных рабочих состояний элементов датчика, согласно таблице 2.

Таблица 2

Вероятность рабочего состояния четырехэлементного датчика трехфазного тока

№№	Состояние элемента датчика	Вероятностные модели рабочего состояния элементов датчиков	Количественные показатели вероятности исправного состояния элементов	Запасные части датчиков и их общее состояние
11	$C_1$	$P_1P_2P_3P_4$	0,96059601	1 - магнитпровод, 2 - чувствительный элемент. 3 - дополнительные стержни, 4 - первичный токопровод
22	$C_2$	$P_1P_2P_3(1-P_4)$	0,00970299	1;2;3
33	$C_3$	$P_1P_2P_4(1-P_3)$	0,00970299	1;2;4
44	$C_4$	$P_1P_3P_4(1-P_2)$	0,00970299	1;3;4
55	$C_5$	$P_2P_3P_4(1-P_1)$	0,00970299	2;3;4
66	$C_6$	$P_1P_2(1-P_3)(1-P_4)$	0,00009801	1;2
77	$C_7$	$P_2P_3(1-P_1)(1-P_4)$	0,00009801	2;3
88	$C_8$	$P_3P_4(1-P_1)(1-P_2)$	0,00009801	3;4
99	$C_9$	$P_1P_4(1-P_2)(1-P_3)$	0,00009801	1;4
110	$C_{10}$	$P_1P_3(1-P_2)(1-P_4)$	0,00009801	1;3
111	$C_{11}$	$P_2P_4(1-P_1)(1-P_3)$	0,00009801	2;4
112	$C_{12}$	$P_1(1-P_2)(1-P_3)(1-P_4)$	0,00000099	1
113	$C_{13}$	$P_2(1-P_1)(1-P_3)(1-P_4)$	0,00000099	2
114	$C_{14}$	$P_3(1-P_1)(1-P_2)(1-P_4)$	0,00000099	3
115	$C_{15}$	$P_4(1-P_1)(1-P_2)(1-P_3)$	0,00000099	4

$$P_{общая} = P_1P_2P_3P_4 - P_1P_2P_3(1-P_4) - P_1P_2P_4(1-P_3) - P_1P_3P_4(1-P_2) - P_2P_3P_4(1-P_1) - P_1P_2(1-P_3)(1-P_4) - P_2P_3(1-P_1)(1-P_4) - P_3P_4(1-P_1)(1-P_2) - P_1P_4(1-P_2)(1-P_3) - P_1P_3(1-P_2)(1-P_4) - P_2P_4(1-P_1)(1-P_3) - P_1(1-P_2)(1-P_3)(1-P_4) - P_2(1-P_1)(1-P_3)(1-P_4) - P_3(1-P_1)(1-P_2)(1-P_4) - P_4(1-P_1)(1-P_2)(1-P_3) = 0,92$$

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что вероятность рабочей способности четырехэлементного датчика изменять создаваемый в сети ЭТТ трехфазный первичный ток на вторичное напряжение равна  $R = 0,92$ .

Выводы.

1. Созданы модели исследования вероятностей рабочих состояний трех- и четырехэлементных датчиков преобразования первичных трехфазных токов на сигналы в виде  $U_{вых}$  - вторичного напряжения,  $F_\mu$  - м.д.с. в магнитопроводах,  $\Phi_\mu$  - магнитных потоков,

обеспечивающие высокую формализацию при исследовании.

2. Результатами исследования установлены вероятностные состояния однофазного первичного датчика тока и расчетным путем определена суммарная вероятность работоспособного состояния трехэлементного датчика, что составляет  $P_{общая} = 0,95$ .

3. Суммарная вероятность срабатывания четырехэлементного датчика контроля и управления трехфазным первичным электрическим током СЭС по отношению к суммарной вероятности срабатывания однофазному трехэлементному датчику меньше на 3,3 %, при этом основное преимущество четырехэлементных датчиков контроля и управления трехфазными первичными цепями заключается в том, что они могут одновременно обеспечить соответствующий вторичный сигнал для контроля и управления величинами трехфазных электрических сетей СЭС.

#### Список литературы

1. Siddikov, I. Research of transforming circuits of electromagnets sensor with distributed parameters / I. Siddikov, Kh. Sattarov, A.B. Abubakirov, M. Anarbaev, I. Khonturaev, M. Maxsudov // Proceeding of 10-th International Symposium on intelligent Manufacturing and Service Systems (9-11 September 2019, Sakarya, Turkey). - 9-11 September 2019. - №143. - P.831-837.
2. Сиддиков, И.Х. Электромагнитные преобразователи несимметрии трехфазного тока с расширенными функциональными возможностями / И.Х. Сиддиков, А.Б. Абубакиров, К.М. Нажматдинов, А.Ж. Есенбеков // Вестник ККОАНРУз. - 2017. - №2. - С. 66-68.

3. Siddikov, I.Kh. The Electromagnetic Transducers of Asymmetry of Three-phases Electrical Currents to Voltage / I.Kh. Siddikov // Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering. Horizon Research Publishing Corporation USA. – 2015. – Vol.3 (N5). – P.146–148.
4. Siddikov, I. Methodology of calculation of techno-economic indices of application of sources of reactive power / I. Siddikov, A. Abubakirov, A. Yuldashev, G. Babakhova, I. Khonturaev, N. Mirzoev // European science review, Scientific journal. – 2018. – № 1–2. – P. 248-251.
5. Siddikov, I.Kh. Modelling of Magnet Circuits of Electromagnetic Transducers of the Three-Phases Current / I.Kh. Siddikov, Kh.A. Sattarov, Kh.E. Khujamatov, O.R. Dexkhonov, M.R. Agzamova // Collection of the materials of 14th International Scientific Technical Conference On Actual Problems Of Electronic Instrument Engineering (APEIE-2018)- 44894 Proceedings. – 6 October, 2018. – V1. – P. 419-422.
6. Сиддиков И.Х., Азимов Р.К., Хакимов М.Х., Мухаммадиев С.М., Назаров Ф.Д., Хонттураев И.М., Маматикулов А.Н. Преобразователь тока в напряжение. Патент IAP 04562, 31.07.2012.
7. Азимов, Р.К. Информационно – вероятностные методы оценки погрешностей датчиков различных величин / Р.К. Азимов, А.А. Чориев, Ш.А. Химматулов, О.Х. Саидакбаров // STANDART. – 2010. – №3. – С. 29-31.
8. Амиров, С.Ф. Преобразователи тока для вторичных систем электроэнергетики / С.Ф. Амиров, А.М. Сафаров, Б.Х. Хушбоков // Современное состояние и перспективы развития энергетики. Тез. докл. Межд. научно- технической конф. 18 – 20 декабря 2006. – С. 206-208.
9. Зарипов, М.Ф. Графовой метод научно-технического творчества. // М.Ф. Зарипов, Н.Р. Зайнуллин, И.Ю. Петрова – М.: ВНИИПИ ГКНТ, 1988. – 124 с.
10. Зарипов, М.Ф. Предметно-ориентированная среда для поиска новых технических решений «Интеллект» / М.Ф. Зарипов, И.Ю. Петрова // IV Санкт-Петербургская международная конф. «РИ-95»: Тез. докл. – СПб. – 1995. – С. 60-61.
11. Патент РУз. №04185. Преобразователь несимметричности трехфазного тока в напряжение/Амиров С.Ф., Азимов Р.К., Сиддиков И.Х., Хакимов М.Х., Хушбоков Б.Х., Саттаров Х.А. // Расмий ахборотнома. – 2010.
12. DGU №20191450. Программное обеспечение для исследования статических характеристик трехфазных трехсенсорных преобразователей с распределенными параметрами/ Сиддиков И.Х., Абдумаликов А.А., Мақсудов М.Т., Собиров М.А., Абубакиров А.Б., Анарбоев М.А.// -2019.
13. DGU №20190482. Алгоритм и программное обеспечение расчета срока окупаемости внедрения источников реактивной мощности в системах электроснабжения / Сиддиков И.Х., Абубакиров А.Б., Хужаматов Х.Э., Хасанов Д.Т., Анарбаев М.А.// - 2019 г.
14. DGU № N 20190478. Алгоритм и программное обеспечение уменьшения потерь электрической энергии в силовом трансформаторе/ Сиддиков И.Х., Абубукиров А.Б., Хужаматов Х.Э., Хасанов Д.Т.// -2019.
15. Siddikov, I.Kh. Modelling of transducers of nonsymmetrical signals of electrical nets / I.Kh. Siddikov, A. Abdumalikov, M.A. Anarbaev, I.M. Xonturaev, A.B. Abubakirov, M.T. Maksudov // International conf. on Information and communications technologies, networking, cloud computing, design smart cities and its application. ICSC-2019. – Tashkent. 4-6 November, 2019. – P.1040-1046.

© И. Х. Сиддиков, Ю. А. Лежнина, И. М. Хонттураев, М. Т. Мақсудов, А. А. Абдумаликов

#### Ссылка для цитирования:

И. Х. Сиддиков, Ю. А. Лежнина, И. М. Хонттураев, М. Т. Мақсудов, А. А. Абдумаликов. Исследование показателей надежности и вероятности работоспособности датчиков контроля и управления энергопотреблением // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 1 (31). С. 74–78.

УДК 004

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЙ СРЕДЕ

*К. А. Прошунина, И. Ю. Петрова*

*Астраханский архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

Цифровые технологии являются источником инноваций для развития методов исследования и сохранения историко-культурного наследия [1]. Технологии геоинформационных систем, виртуальной и дополненной реальности могут изменить подходы к проектированию, градостроительству и сохранению памятников архитектуры в городах, отнесенных к историческим поселениям. В статье описана концепция информационной системы проектной деятельности в историко-культурной среде, позволяющей принимать решения при возведении объектов капитального строительства, а также предлагающей визуальные возможности по реновации и регенерации среднего пространства. Функциональные возможности информационной системы позволяют автоматизировать процесс проектирования комплексно: (i) расчет ландшафтно-визуального анализа, (ii) формирование на его базе зон охраны, зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности, (iii) предопределение архитектурного решения потенциального объекта капитального строительства. Такая информационная система позволит реализовать эффективные решения по планированию городской среды вычислять грамотное формирование пространственной городской ткани в исторической среде. Предлагаемая информационная система будет полезна историкам, реставраторам, архитекторам, градостроителям, экономистам.

**Ключевые слова:** наследие, информационная система, объекты капитального строительства, историческая среда, проект зон охраны.

## INFORMATION SYSTEM OF DESIGN ACTIVITY IN THE HISTORICAL AND CULTURAL ENVIRONMENT

*K. A. Proshunina, I. Yu. Petrova*

*Astrakhan University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia*

Digital technologies are a source of innovation for the development of methods while preserving the historical and cultural heritage [1]. Technologies of geographical information systems, virtual and augmented reality can change the approach to the design,