

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**Методическое обеспечение дисциплины**

**Технологии промышленной электроники**

---

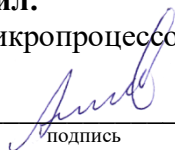
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

**Смоленск**

**Методические материалы составил:**

доцент кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент



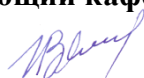
подпись

Астахов С. П.

ФИО

«24» июня 2020 г.

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**



подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«02» июля 2020 г.

## 1 Методическое обеспечение лекций

Цель лекций – изучение понятийного аппарата, основных теоретических положений и методов изучаемой дисциплины, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Комплект лекций, в формате мультимедийных презентаций, расположен по ссылке:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ZE\\_E3Rhlqbd0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG](https://drive.google.com/drive/folders/1ZE_E3Rhlqbd0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG)

Пример лекций в формате мультимедийных презентаций:

ТЕХНОЛОГИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
 Технологии измерений электрических и неэлектрических величин

### Лекция 2

## Технологии измерения напряжения и силы переменного тока

Рассматриваемые вопросы

- 1 Основные параметры напряжения и силы переменного тока
- 2 Особенности измерение силы переменного тока
- 3 Особенности измерение напряжения переменного тока

Основные параметры напряжения и силы переменного тока

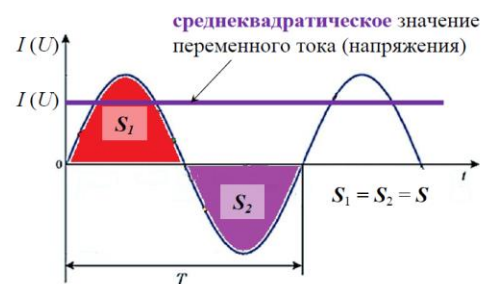
**Среднеквадратическое значение** переменного тока (напряжения) определяется как корень из среднего значения квадрата временной зависимости:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}; \quad U = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}.$$

Для синусоидального переменного тока (напряжения) **среднеквадратическое значение** называют **действующим (эффективным)** значением.

Действующее значение **переменного** напряжения численно равно такому **постоянному** напряжению, при котором выделяется то же количество тепловой энергии, что и при сравнимом **переменном** напряжении за одно и то же время.

Основные параметры напряжения и силы переменного тока

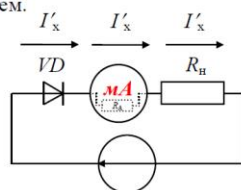


Особенности измерение силы переменного тока

Так как амперметры включаются в разрыв цепи, основное требование к ним – обеспечение минимальной величины внутреннего сопротивления в целях минимизации вносимых погрешностей измерений. При этом через прибор и нагрузку протекает ток с одинаковым значением.

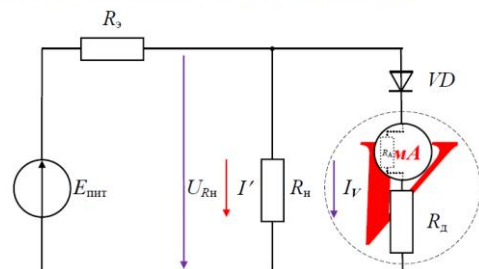
Сила тока в цепи определяется  
 $I'_x = U / (R_n + R_A + R_{VD})$   
 где  $R_A$  — внутреннее сопротивление амперметра  
 $R_{VD}$  — сопротивление диода в прямом направлении

Так как  $R_A \ll R_{VD}$  будет  $I_x \neq I'_x$ .



3 Особенности измерение напряжения переменного тока

При измерении переменного напряжения наряду с **добавочным резистором**  $R_d \gg R_A$  последовательно с измерительным механизмом подключается  $R_{VD} > R_A$ .



## 2 Методическое обеспечение лабораторных работ

Цель лабораторных работ – закрепление лекционного материала, привитие навыков применения теоретических знаний для решения научно-исследовательских задач, необходимых для освоения закрепленных компетенций.

Задания на лабораторные работы расположены по ссылке:  
[https://drive.google.com/drive/folders/1ZE\\_E3RhlqbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG](https://drive.google.com/drive/folders/1ZE_E3RhlqbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG)

Пример задания на лабораторную работу:

### Лабораторная работа № 6

Измерение параметров периодических сигналов в электрических цепях с помощью цифрового осциллографа

#### 1 Описание лабораторного макета

Лабораторный макет (рисунки П1, П2) представляет собой плату из стеклотекстолита, на которой с помощью дискретных активных и пассивных электронных компонентов собраны электрические схемы.

Измерительные приборы (рисунок П5), источник питания стабилизированный (рисунок П9), источник питания универсальный (рисунок П10) и исследуемая электрическая схема соединяются коммутационными проводами, цифровой осциллограф (рисунок П7) подключается с помощью специализированных пробников.

***Все соединения выполняются только при выключенном питании!***

#### 2 Рабочее задание

**2.1** Проверьте работоспособность цифрового мультиметра, для чего вставьте измерительные провода в разъемы для измерения сопротивления, выберете режим звуковой индикации (*включите питание цифрового мультиметра, используя переключатель на боковой панели слева*).

Замкните между собой щупы измерительных проводов – раздавшийся звуковой сигнал свидетельствует о готовности цифрового мультиметра к работе; отсутствие звукового сигнала говорит о наличии неисправностей:

- плохой контакт измерительных проводов в разъемах (*необходимо попытаться восстановить контакт, аккуратно проворачивая наконечники проводов в разъемах вправо-влево*);
- обрыв одного из измерительных проводов (реже – обоих) (*необходимо заменить или отремонтировать измерительные провода*);
- плохой контакт в цепях переключателя режимов работы цифрового мультиметра (*необходимо попытаться восстановить контакт, аккуратно проворачивая переключатель режимов работы цифрового мультиметра вправо-влево в пределах выбранного режима*);
- неисправен источник питания цифрового мультиметра (*необходимо заменить источник питания*).

**2.2** Изучите основные положения разделов 4, 5, 6, 7, 8 ***руководства по эксплуатации цифрового осциллографа*** АКПП-4115/1А, обратив внимание на основные органы управления.

**2.3** Подготовьте цифровой осциллограф АКПП-4115/1А к работе в соответствии с пунктами 7.3 – 7.9 ***руководства по эксплуатации***.

**2.4** Установите регулировки источника питания стабилизированного «ГРУБО» и «ТОЧНО» (рисунок П9) в крайнее левое положение, вращая против направления часовой стрелки.

Соедините коммутационными проводами исследуемую электрическую схему (рисунок П1) и источник питания стабилизированный (*переключатели на исследуемой схеме должны быть разомкнуты*).

***Включите источник питания стабилизированный.***

Подайте с источника питания на схему напряжение величиной 10 В, используя регулировки «ГРУБО» и «ТОЧНО» (*контролируя по встроенному стрелочному вольтметру*).

**2.5** Измерьте с помощью цифрового осциллографа АКИП-4115/1А (*используя последовательно канал 1 и канал 2*) величину напряжения на входе схемы (*для увлечения точности измерений используйте рекомендации п. 8.7 руководства по эксплуатации цифрового осциллографа АКИП-4115/1А*).

В случае необходимости, откорректируйте величину поданного с источника питания напряжения (*используя регулировку «ТОЧНО», контролируя по показаниям цифрового осциллографа*).

Посмотрите, как изменились показания встроенного стрелочного вольтметра.

Показания занесите в таблицу 1 (*рекомендуется сохранить массивы данных осциллограмм на внешний носитель в соответствии с п. 8.11.4 руководства по эксплуатации цифрового осциллографа АКИП-4115/1А*).

Таблица 1

Показания	Стрелочный вольтметр	АКИП-4115/1А	
		Канал 1	Канал 2
До корректировки, В	10		
После корректировки, В		10	

**Выключите источник питания стабилизированный!**

**2.6** Для выполнения опыта № 1 поставьте выключатели схемы (рисунок П1) в положения, соответствующие левой части таблицы 2.

**Включите источник питания стабилизированный.**

Измерьте с помощью цифрового осциллографа АКИП-4115/1А напряжения на элементах схемы (*используя канал 1 или канал 2*). Показания занесите в таблицу 2 (*рекомендуется сохранить массивы данных осциллограмм на внешний носитель в соответствии с п. 8.11.4 руководства по эксплуатации цифрового осциллографа АКИП-4115/1А*).

**Выключите источник питания стабилизированный**

**2.7** Повторите последовательность основных операций п. п. 2.6 для опытов № 2 и 4.

Отсоедините исследуемую электрическую схему (рисунок П1) от источника питания стабилизированного, *разомкните переключатели*, затем измерьте сопротивление элементов схемы с помощью мультиметра, занесите показания в таблицу 2.

**2.8** Вычислите величины токов, протекающие через элементы схемы, занесите в таблицу 2.

Таблица 2

№ опыта	Положение переключателя					Показания АКИП-4115/1А, В					Показания мультиметра, Ом					Величина тока, А				
	K1	K2	K3	K4	K5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5	R1	R2	R3	R4	R5
1	+	-	-	-	+		-	-	-			-	-	-			-	-	-	
2	+	+	-	+	+			-					-					-		
3	+	+	+	-	+				-					-					-	
4	+	+	+	+	+															

**Внимание! Изменять положение переключателей разрешается только при выключенном источнике питания**

**2.9** Установите регулировки постоянного напряжения «стабилизированное» источника питания универсального (рисунок П10) в крайнее левое положение, вращая против направления часовой стрелки.

Установите переключатель напряжения «нестабилизированное» в положение «0». Подключите шнур питания источника питания универсального в розетку ~ 220 В.

**2.10** Соедините коммутационными проводами исследуемую электрическую схему (рисунок П2) (*переключатели на исследуемой схеме должны быть разомкнуты*) с разъёмами источника питания универсального «нестабилизированное»: « ~ ».

**2.11** Для выполнения опыта № 5 поставьте выключатели схемы (рисунок П2) в положения, соответствующие левой части таблицы 3.

**2.12** Подключите пробники *Канала 1* и *Канала 2* цифрового осциллографа АКИП-4115/1А к схеме в местах в соответствии с правой частью таблицы 3.

Таблица 3

№ опыта	Положение переключателя				Осциллограммы и параметры сигналов в местах подключения АКИП-4115/1А						
					Канал 1	Канал 2					
	К1	К2	К3	К4	Вход схемы	R1	R2	R3	R4	VD1	VD2
5	+	-	-	+		-	-	-			
						-	-	-			
6	+	-	+	+		-	-				
						-	-				
7	+	+	+	+							

**Внимание!** Изменять положение выключателей разрешается только при выключенном источнике питания

**Включите питание источника питания универсального.**

**2.12** Установите переключатель напряжения «нестабилизированное» в положение « 3 ».

Если свечение светодиода не наблюдается, последовательно увеличивайте напряжение с помощью переключателя «нестабилизированное» до начала свечения светодиода, после чего:

- исследуйте сигналы в соответствии с рекомендациями п. 8.8.1 руководства по эксплуатации цифрового осциллографа АКИП-4115/1А (**пиковое значение, среднеквадратическое значение**);

- зафиксируйте с помощью цифрового осциллографа АКИП-4115/1А, форму сигнала на элементах схемы в соответствии с ячейками таблицы 3 (*рекомендуется сохранить массивы данных осциллограмм на внешний носитель в соответствии с п. 8.11.4 руководства по эксплуатации цифрового осциллографа АКИП-4115/1А*).

**2.13** Установите переключатель напряжения «нестабилизированное» в положение « 0 ».

**Выключите источник питания универсальный!**

**2.14** Повторите последовательность основных операций п. п. 2.11 и 2.13 для опытов № 6 и 7.

### 3 Методическое обеспечение проведения экзамена

Экзамен является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет цель оценить уровень теоретические знания обучаемых, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач, а также оценить уровень освоения компетенций закрепленных за дисциплиной.

Вопросы для подготовки к экзамену расположены по ссылке:

[https://drive.google.com/drive/folders/1ZE\\_E3RhlqbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG](https://drive.google.com/drive/folders/1ZE_E3RhlqbD0QbuH8vfdbdJDpc6R2FLG)