**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | | 28 | часов |
| Практические занятия | 20 | | 20 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 12 | | 12 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | | 16 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 8 | | 8 | часов |
| Курсовой проект | | 18 | 18 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 80 | 126 | 206 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 144 | 324 | часов |
| | 5 | 4 | 9 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |
| Курсовой проект | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 63260

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомить студентов с современными достижениями в области силовой электроники.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить способы преобразования параметров электрической энергии и схемотехнику реализации этих способов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.03.05.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 63260

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности | ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности | Знает как пользоваться интернетом для поиска сведений по силовой электронике |
| | ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации | Умеет анализировать собранную из баз данных информацию |
| | ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности | Владеет навыками использования собранной научно-технической информации в области силовой электроники |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКС-6. Способен разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы | ПКС-6.1. Знает основные приемы разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ | Знает как правильно оформить проектно-конструкторскую документацию |
| | ПКС-6.2. Умеет разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы | Умеет самостоятельно разрабатывать проектно-техническую документацию |
| | ПКС-6.3. Владеет методикой разработки проектной и технической документации, оформления законченных проектно-конструкторских работ | Владеет опытом самостоятельной разработки технического проекта устройства энергетической электроники |

Согласована на портале № 63260

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-11. Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | ПКС-11.1. Знает простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Знает программу моделирования электронных приборов и схем ASIMEC и другие аналогичные, умеет ими пользоваться |
| | ПКС-11.2. Умеет строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования | Умеет создать модель любого устройства силовой электроники |
| | ПКС-11.3. Владеет навыками построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования | Владеет навыками практического использования моделей схем силовой электроники и правильного представления результатов экспериментов на этих моделях |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 6 семестр | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 82 | 64 | 18 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 | |

Согласована на портале № 63260

| | | | |
|---|---|---|---|
| Практические занятия | 20 | 20 | |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | |
| Курсовой проект | 18 | | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 206 | 80 | 126 |
| Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 3 | 3 | |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 15 | 15 | |
| Написание отчета по лабораторной работе | 15 | 15 | |
| Подготовка к тестированию | 14 | 14 | |
| Подготовка к контрольной работе | 33 | 33 | |
| Подготовка к защите курсового проекта | 5 | | 5 |
| Написание отчета по курсовому проекту | 121 | | 121 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 | |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 324 | 180 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 9 | 5 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | | |
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | 4 | 3 | 4 | - | 12 | 23 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | 4 | 3 | 4 | - | 12 | 23 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| 3 Транзисторные ключи и переключатели | 4 | 3 | - | - | 11 | 18 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | 4 | 4 | 8 | - | 12 | 28 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| 5 Однотактные преобразователи | 4 | 4 | - | - | 13 | 21 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| 6 Квазирезонансные преобразователи | 8 | 3 | - | - | 20 | 31 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| Итого за семестр | 28 | 20 | 16 | 0 | 80 | 144 | |
| **7 семестр** | | | | | | | |
| 7 Силовой транзисторный преобразователь | - | - | - | 18 | 126 | 144 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| Итого за семестр | 0 | 0 | 0 | 18 | 126 | 144 | |
| Итого | 28 | 20 | 16 | 18 | 206 | 288 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 63260

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | Преобразователь понижающего типа. Входной фильтр. Схема с неполной глубиной модуляции. Многофазный преобразователь. Преобразователи повышающего и инвертирующего типов. Активная коррекция коэффициента мощности. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | Классификация инверторов. Однофазный мостовой инвертор напряжения. Формирование выходного напряжения. Трехфазные инверторы напряжения. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Транзисторные ключи и переключатели | Силовые транзисторные ключи. Транзисторные переключатели. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | Универсальная преобразовательная ячейка. Преобразовательная ячейка с вольтодобавочным трансформатором. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Однотактные преобразователи | Импульсный режим работы трансформатора. Прямоходовые преобразователи. Обратноходовые преобразователи. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Квазирезонансные преобразователи | Резонанс напряжения. Резонанс тока. Использование резонанса в схемотехнике. | 8 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 8 | |
| | Итого за семестр | 28 | |
| **7 семестр** | | | |
| 7 Силовой транзисторный преобразователь | Назначение функциональных узлов силовых транзисторных преобразователей и их расчет. | - | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | - | |
| | Итого за семестр | - | |
| | Итого | 28 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.
Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Согласована на портале № 63260

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | Расчет параметров повышающего, понижающего и инвертирующего преобразователей. | 3 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 3 | |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | Расчеты мостового инвертора и инвертора с выводом средней точки первичной обмотки трансформатора. | 3 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Транзисторные ключи и переключатели | Расчеты транзисторных ключей. | 3 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 3 | |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | Расчеты преобразовательных ячеек. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Однотактные преобразователи | Примеры расчета прямоходового и обратноходового однотактных преобразователей. | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Квазирезонансные преобразователи | Расчет преобразователей с квазирезонансными ключами. | 3 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 3 | |
| Итого за семестр | | 20 | |
| Итого | | 20 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | Непосредственный преобразователь постоянного напряжения понижающего типа | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | Прямоходовый преобразователь | 4 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | Обратноходовый преобразователь | 8 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

Согласована на портале № 63260

### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **7 семестр** | | |
| Примеры выбора и расчета функциональных узлов силовых транзисторных преобразователей | 18 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Стабилизатор постоянного напряжения на основе мостового инвертора
2. Стабилизатор постоянного напряжения на основе прямоходового преобразователя
3. Стабилизатор переменного напряжения на основе нулевого инвертора
4. Источник бесперебойного питания типа off-line
5. Источник бесперебойного питания типа on-line

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |

Согласована на портале № 63260

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Транзисторные ключи и переключатели | Подготовка к контрольной работе | 10 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 11 | | |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | Подготовка к защите отчета по лабораторной работе | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Отчет по лабораторной работе |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 12 | | |
| 5 Однотактные преобразователи | Подготовка к контрольной работе | 8 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 13 | | |
| 6 Квазирезонансные преобразователи | Подготовка к контрольной работе | 15 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Тестирование |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 80 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| **7 семестр** | | | | |
| 7 Силовой транзисторный преобразователь | Подготовка к защите курсового проекта | 5 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита курсового проекта |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 121 | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 126 | | |
| Итого за семестр | | 126 | | |
| Итого | | 242 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 63260

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ОПК-3 | + | + | + | + | + | Защита курсового проекта, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКС-6 | + | + | + | + | + | Защита курсового проекта, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |
| ПКС-11 | + | + | + | + | + | Защита курсового проекта, Защита отчета по лабораторной работе, Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Защита отчета по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Контрольная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Лабораторная работа | 5 | 4 | 4 | 13 |
| Тестирование | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 24 | 23 | 23 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 47 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| Формы контроля | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Защита курсового проекта | 0 | 0 | 30 | 30 |

Согласована на портале № 63260

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Отчет по курсовому проекту | 20 | 20 | 30 | 70 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 – 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 – 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 – 84 | C (хорошо) |
| | 70 – 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 – 69 | |
| | 60 – 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Салита Е.Ю. Силовая электроника: учебное пособие / Е.Ю. Салита, В.М. Филиппов, Т.В. Ковалева, Т.В. Комякова: Омский гос. ун-т путей сообщения. - 2019. - 156 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://reader.lanbook.com/book/129209.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Электропитание ЭВМ: Учебное пособие / Б. И. Коновалов - 2015. 178 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5783.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Семенов, В. Д. Энергетическая электроника: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / В. Д. Семенов, В. С. Мишуров. — Томск: ТУСУР, 2007. — 174 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/812.

2. Мишуров, Владимир Сергеевич. Энергетическая электроника : Руководство к выполнению курсового проекта / В. С. Мишуров ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 139 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 43 экз.).

Согласована на портале № 63260

3. Электропитание ЭВМ: Исследование системы стабилизации напряжения на основе однотактного обратноходового преобразователя / В. Д. Семенов, В. В. Русанов, Б. И. Коновалов, В. С. Мишуров - 2015. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5775.

4. Электропитание ЭВМ: Исследование стабилизатора напряжения на основе НПН понижающего типа / Б. И. Коновалов, В. С. Мишуров - 2015. 27 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5778.

5. Электропитание ЭВМ: Исследование системы стабилизации напряжения на основе однотактного прямоходового преобразователя / В. В. Русанов, В. Д. Семенов, В. С. Мишуров, Б. И. Коновалов - 2015. 24 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5771.

### 7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13

Согласована на портале № 63260

шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Windows XP;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Windows XP;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ASIMEC;
- Windows XP;

Согласована на портале № 63260

### 8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 63260

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Непосредственные преобразователи постоянного напряжения | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 2 Автономные транзисторные инверторы | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 3 Транзисторные ключи и переключатели | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Транзисторные преобразовательные ячейки | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита отчета по лабораторной работе | Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 63260

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Однотактные преобразователи | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Квазирезонансные преобразователи | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Силовой транзисторный преобразователь | ОПК-3, ПКС-6, ПКС-11 | Защита курсового проекта | Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Согласована на портале № 63260

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Укажите величину коэффициента формы синусоидального напряжения
   a) 1,11
   b) 1,0
   c) 2,22
2. Укажите величину коэффициента формы прямоугольного напряжения
   a) 1,11
   b) 1,0
   c) 2,22
3. Укажите величину коэффициента амплитуды синусоидального напряжения
   a) 1,0
   b) 1,11
   c) 1,41
4. Укажите величину коэффициента амплитуды прямоугольного напряжения
   a) 1,0
   b) 1,11
   c) 1,41
5. Укажите величину коэффициента искажения прямоугольного тока
   a) 0,9
   b) 0,707
   c) 1,0
6. Что называется коэффициентом формы?
   a) отношение действующего значения электрической величины к среднему
   b) отношение среднего значения электрической величины к действующему
   c) отношение среднего значения электрической величины к максимальному
7. Что называется коэффициентом амплитуды?
   a) отношение максимального значения периодической функции к действующему
   b) отношение действующего значения периодической функции к среднему
   c) отношение максимального значения периодической функции к среднему
8. Что называется коэффициентом искажения?

Согласована на портале № 63260

a) отношение действующего значения основной гармоники периодической функции к действующему значению всей функции
b) отношение среднего значения периодической функции к максимальному
c) отношение среднего значения периодической функции к действующему

9. Что называется коэффициентом гармоник?
a) отношение действующего значения высших гармоник периодической функции к действующему значению основной гармоники
b) отношение среднего значения функции к действующему
c) отношение действующего значения функции к среднему
10. Что называется действующим значением функции?
a) интеграл от квадрата функции за период
b) интеграл от функции за период
c) интеграл от функции за полупериод

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения понижающего типа
2. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения повышающего типа
3. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения инвертирующего типа
4. Однофазный мостовой транзисторный инвертор
5. Трехфазный мостовой транзисторный инвертор

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Особенности источников бесперебойного питания типа off-line
2. Особенности источников бесперебойного питания типа on-line
3. Что такое "сквозной ток" ?
4. Что называется "замагничиванием"
5. Назовите основные достоинства однотактных преобразователей

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Стабилизатор постоянного напряжения на основе мостового инвертора
2. Стабилизатор постоянного напряжения на основе прямоходового преобразователя
3. Стабилизатор переменного напряжения на основе нулевого инвертора
4. Источник бесперебойного  питания типа off-line
5. Источник бесперебойного питания типа on-line

### 9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. В чем смысл термина "многофазный" для преобразователей постоянного напряжения?
2. По какому частному циклу перемагничивается сердечник трансформатора однотактного преобразователя?
3. Зачем на входе понижающего преобразователя требуется фильтр?
4. Из-за чего возникают "сквозные токи"?
5. Из-за чего возникает "замагничивание" трансформаторов в двухтактных инверторах?

### 9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения понижающего типа
2. Прямоходовый преобразователь
3. Обратноходовый преобразователь

### 9.1.7. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения понижающего типа
2. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения повышающего типа
3. Непосредственный преобразователь постоянного напряжения инвертирующего типа
4. Трехфазный мостовой транзисторный инвертор
5. Однотактный прямоходовый преобразователь

Согласована на портале № 63260

### 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается

Согласована на портале № 63260

доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 63260

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 12 от «14» 12 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ПрЭ | Н.С. Легостаев | Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d |
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. ПрЭ | Б.И. Коновалов | Разработано, 4738474f-1136-4ac9-97dd-b5ec83bcde57 |

Согласована на портале № 63260