ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Забайкальский институт железнодорожного транспорта –
филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ЗабИЖТ ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «28» мая 2018 г. № 418-2

Б1.Б.1.44 Электрические измерения

рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
Специализация – Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте
Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения
Форма обучения – заочная
Нормативный срок обучения – 6 лет
Кафедра-разработчик программы – Электроснабжение

Общая трудоемкость в з.е. – 3
Часов по учебному плану – 108

Формы промежуточной аттестации на курсе:
зачет 3

Распределение часов дисциплины на курсе

Курс	3	**Итого**
Вид занятий	Часов по учебному плану	**Часов по учебному плану**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	**12**	**12**
– лекции	4	**4**
– практические (семинарские)	4	**4**
– лабораторные	4	**4**
Самостоятельная работа	**92**	**92**
Итого	**108**	**108**

ЧИТА

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов», утвержденным Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1296.

Программу составил:

К.т.н., доцент В.Г. Литвинцев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроснабжение», «27» апреля 2018 г. № 47.

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент С.А. Филиппов

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	формирование у обучающихся основных и важнейших представлений в области решения профессиональных задач по достижению качества и эффективности работ на основе использования методов обеспечения единства измерений
2	приобретение практических навыков для решения поставленных измерительных задач
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	передача обучающимся теоретических основ и фундаментальных знаний в области электрических измерений
2	обучение умению применять полученные знания для решения прикладных задач этой дисциплины и освоение методов подготовки и проведения измерительного эксперимента
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности; – создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками; – популяризация научных знаний среди обучающихся; – содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества; – создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества; – совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда. Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач: – формирование сознательного отношения к выбранной профессии; – воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность; – формирование психологии профессионала; – формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения; – формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Дисциплина Б1.Б.1.44 «Электрические измерения» входит в базовую часть Блока1. Дисциплина Б1.Б.1.44 «Электрические измерения» основывается на знаниях обучающихся, полученных при изучении дисциплин Б1.Б.1.18 «Теория дискретных устройств»
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.Б.1.20 «Электроника»
2	Б1.Б.1.32 «Микропроцессорные информационно-управляющие системы»
4	Б1.Б.1.35 «Теория передачи сигналов»
5	Б1.Б.1.39 «Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей»
6	Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работа, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ
ОПК-8: способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации

Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	общую теорию измерений
Уметь	обрабатывать анализировать и представлять результаты измерений
Владеть	методами теоретического и экспериментального исследования в метрологии
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	общую теорию измерений. Основные методы и средства измерений
Уметь	оценивать достоверность решений, принимаемых по их результатам
Владеть	методами обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений, навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	основные методы и средства измерений при проведении измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии стандартизации и сертификации
Уметь	обрабатывать анализировать и представлять результаты измерений; оценивать достоверность решений, принимаемых по их результатам; применять основные методы и средства измерений при выполнении метрологических и сертификационных испытаний
Владеть	методами теоретического и экспериментального исследования в метрологии, методами обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений, навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач, методическими основами стандартизации и подтверждения соответствия
ОПК-10: способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	основы теории погрешностей, способы оценки и обработки результатов измерения.
Уметь	технически и метрологически грамотно проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты.
Владеть	методами и средствами электрических измерений.
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	основы измерительной техники электрических и неэлектрических величин.
Уметь	применять методы и средства технических измерений, позволяющих проводить измерения с необходимой точностью.
Владеть	новейшими инструментами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных измерительных приборов и устройств.
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	принципы и методы измерения параметров электрических цепей в широком диапазоне частот и широких пределах значений измеряемых величин.
Уметь	использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для обработки результатов измерений.
Владеть	навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач, методическими основами и элементами анализа в практической деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать	
1	основы теории погрешностей способы оценки и обработки результатов измерения
2	основные методы и средства измерений при проведении измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах и средствах измерений
3	принципы и методы измерения параметров электрических цепей в широком диапазоне частот и широких пределах значений измеряемых величин
Уметь	
1	обрабатывать, анализировать и представлять результаты измерений. Технически и метрологически грамотно проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты
2	применять методы и средства технических измерений, позволяющих проводить измерения с необходимой точностью
3	использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для обработки результатов измерений
Владеть	
1	методами теоретического и экспериментального исследования в области измерений, методами обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений, навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач,

	методическими основами стандартизации и подтверждения соответствия
2	методами и средствами электрических измерений
3	навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач, методическими основами и элементами анализа в практической деятельности

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
1.0	**Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока**				
1.1	Введение. Цели и задачи курса. Основные понятия и определения. Физические величины. Измерение постоянного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях /Лек/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2
1.2	Характеристики средств измерений. Поверка приборов. Определение класса точности средств измерений /Ср/	3	10	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
1.3	Лабораторная работа №1. «Измерение параметров электрической цепи постоянного тока» /Лаб/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.1
1.4	Проработка лекционного материала: Система единиц физических величин. Средства измерений. Классификация средств измерений /Ср/	3	16	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
2.0	**Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока**				
2.1	Средства измерений. Измерение переменного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях. Измерение активной, реактивной и полной мощности /Лек/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2
2.2	Оценка случайных погрешностей и обработка результатов многократных равноточных измерений. Законы распределения погрешностей измерения /Ср/	3	10	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
2.3	Лабораторная работа №2. «Исследования режимов работы делителя напряжения» /Лаб/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.1
2.4	Проработка лекционного материала по следующим темам: 1. Измерение реактивной мощности. 2. Измерение активной мощности. 3. Измерение полной мощности. /Ср/	3	18	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
3.0	**Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока**				
3.1	Измерение переменного тока и напряжения в низковольтных и высоковольтных цепях /Лек/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2
3.2	Измерение переменного несинусоидального тока /Пр/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.2
3.3	Лабораторная работа №3. «Исследование видов соединения источников напряжения» /Лаб/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.1
3.4	Проработка материала по теме: Особенности цифровых измерительных приборов. Измерительные мосты.	3	18	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1,

	Потенциометры. Осциллографы электроннолучевые и светолучевые /Ср/				Л4.2
4.0	**Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока**				
4.1	Измерение активной мощности в цепях трехфазного тока /Пр/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.2
4.2	Проработка материала по следующим теме: Измерение тока в цепях переменного несинусоидального тока /Ср/	3	10	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
5.0	**Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей**				
5.1	Измерение активных сопротивлений, емкостных и индуктивных сопротивлений, измерение добротности, измерение импеданса. Измерение сопротивления заземляющих устройств, сопротивления петли фаза-ноль, сопротивления изоляции. Измерение входных и выходных сопротивлений четырехполюсника, внутреннего сопротивления источников питания, измерение пульсаций выпрямителей /Лек/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2
5.2	Измерение индуктивности и активного сопротивления мостом переменного тока /Пр/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.2
53	Проработка материала по следующим темам: 1. Измерение частоты и периода повторения сигнала. 2. Измерение фазового сдвига. Измерение скважности. 3. Измерение временных характеристик сигнала. Измерение коэффициента нелинейных искажений. 4. Измерение амлитудно-частотных характеристик четырехполюсника /Ср/	3	10	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
6.0	**Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин**				
6.1	«Исследование параметров цепи с различными соединениями конденсатора и катушки индуктивности» «Исследование параметров цепи с катушками индуктивности» /Лаб/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Э.1, Э.2, Л3.1
6.2	Проработка материала по теме: «Поверка счетчиков образцовым электронным счетчиком при различной нагрузке (активной, активно-индуктивной, активно-емкостной)» /Пр/	3	1	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Э.1, Э.2, Л4.1, Л4.2
6.3	Форма промежуточной аттестации - зачет	3	4	ОПК-8, ОПК-10	Л1.1, Л1.2, Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4, Л3.1, Л3.2, Л4.1, Л4.2, Э.1, Э.2

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ

АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Института, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
6.1 Учебная литература				
6.1.1 Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке
Л1.1	Панфилов В.А.	Электрические измерения: учебник	Москва: Издательский центр "Академия", 2013	40
Л1.2	Ким К.К. Барбарович В.Ю. Литвинов Б.Я.	Метрология и техническое регулирование: учебное пособие	Москва: Маршрут, 2006	30
6.1.2 Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во экз. в библиотеке
Л2.1	Кузьмин А.В.	Метрология, стандартизация и сертификация с основами управления качества [Электронный ресурс]: https://reader.lanbook.com/book/133375#382 (дата обращения: 18.05.2022)	Иркутск: ИрГАУ, 2018	100% online
Л2.2	Френке А.В., Душина Е.М.	Электрические измерения: учебник для вузов	Москва: Энергия, 1980	89
Л2.3	Куликова Е.А., Кайнова В.Н., Гребнева Т.Н., Тесленко Е.В.	Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум [Электронный ресурс]: http://e.lanbook.com/book/61361 (дата обращения: 18.05.2022)	СПб: Лань, 2015	100% online
Л2.4	Пухаренко Ю.В., Норин В.П.	Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет-тестирование базовых знаний [Электронный ресурс]: http://e.lanbook.com/book/81568 (дата обращения: 18.05.2022)	СПб: Лань, 2016	100% online
6.1.3 Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет	Кол-во экз. в библиотеке

			обучающегося	
Л3.1	Филиппов С.А., Литвинцев В.Г., Трифонов Р.С.	Электрические измерения: методическое пособие по выполнению лабораторных работ [Электронный ресурс]: https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=20144.pdf (дата обращения: 18.05.2022)	Чита: ЗабИЖТ, 2015	100% online
Л3.2	Филиппов С.А., Литвинцев В.Г., Трифонов Р.С.	Электрические измерения: методические указания по выполнению контрольной работы [Электронный ресурс]: https://zabizht.ru/cgi-bin/viewer.pl?book_id=20155.pdf (дата обращения: 18.05.2022)	Чита: ЗабИЖТ, 2015	100% online
6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине				
Л4.1	Литвинцев В.Г., Трифонов Р.С.	Электрические измерения: Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс]: https://zabizht.ru/umkd/FtNiaqx3vJYcNWsMh3ge2SvF5qr00CDmiJeY.pdf (дата обращения: 18.05.2022)	Чита: ЗабИЖТ, 2015	100% online

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»	
Э.1	АСУ Библиотека ЗабИЖТ http://zabizht.ru
Э.2	ЭБС "Издательство "Лань" https://e.lanbook.com/
6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения	
6.3.1.1	MicrosoftWindows 7 Professional, лицензия №49156201, государственный контракт от 03.10.2011 г. №139/53-ОАЭ-11
6.3.1.2	MicrosoftOffice 2007 Standard, лицензия №45777622, государственный контракт от 10.08.2009 г. №64/17-ОА-09; MicrosoftOffice 2007 Standard, лицензия № 44718393, государственный контракт от 18.10.2008 г. №92/32А-08
6.3.2 Перечень специализированного программного обеспечения	
6.3.2.1	Не предусмотрено
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Информационно-справочная система «Гарант»

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Учебный и лабораторный корпуса ЗабИЖТ ИрГУПС находятся по адресу: 672040, Забайкальский край, город Чита, улица Магистральная, дом 11
2	Учебная аудитория 1.25 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор, экран (переносной), ноутбук (переносной), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины

3	Учебная аудитория 2.28 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Оснащенность: Стенд «Исследование основных метрологических характеристик электромеханических измерительных приборов» - 2 шт.; Стенд «Измерение частоты, периода и фазы электрических сигналов»; Стенд «Прямые и косвенные измерения» - 2 шт.; Стенд «Измерение параметров сигнала в электрических схемах» - 2 шт.; Стенд «Измерение параметров электрических цепей» - 2 шт.; Стенд «Динамический режим средств измерения» - 2 шт
4	Учебная аудитория 3.7 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедиапроектор (переносной), экран (переносной), ноутбук (переносной), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины
5	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены специализированной мебелью и компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети Интернет с выходом в электронную информационно-образовательную среду ЗабИЖТ ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: - читальный зал; - 2.11, 2.17
6	Помещение 3.25 для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащенность: компьютеры, ручной слесарный инструмент, электротехнический инструмент, принадлежности для пайки, мебель, учебно-наглядные пособия

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	В ходе лекционных занятий обучающемуся необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины.

	Особое внимание следует обращать на определение основных понятий дисциплины. Обучающийся должен подробно разбирать примеры, которые поясняют понятия
Лабораторное занятие	Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях, с применением техники и измерительной аппаратуры. При подготовке к лабораторному занятию необходимо изучить теоретический материал, который будет использоваться в ходе выполнения лабораторной работы. Нужно внимательно прочитать методическое указание (описание) к лабораторной работе, продумать план проведения работы, подготовить необходимые бланки и таблицы для записей наблюдений. Непосредственно выполнению лабораторной работы иногда предшествует краткий опрос обучающихся преподавателем для выявления их готовности к занятию. При выполнении лабораторной работы, как правило, необходимы следующие операции: подготовка оборудования и приборов, сборка схемы; воспроизведение изучаемого явления (процесса); измерение физических величин, определение параметров и характеристик; анализ, обработка данных и обобщение результатов. Обучающийся, имеющий хорошую теоретическую подготовку, обычно составляет отчет о работе непосредственно в ходе занятия. В отчете при анализе результатов работы указывается, какие закономерности подтверждены или выявлены, какие погрешности имеют место, что было причиной появления погрешностей. При защите отчета преподаватель беседует с обучающимся, выявляя глубину понимания им полученных результатов. Лабораторные работы способствуют лучшему усвоению программного материала, так как в процессе их выполнения многие расчетные формулы, казавшиеся отвлеченными, становятся вполне конкретными; выявляется множество деталей, способствующих углубленному пониманию изучаемой дисциплины
Самостоятельная работа	Подготовка к сдаче зачета и групповой работе на практических занятиях подразумевает самостоятельную работу обучающихся в течение всего семестра по материалам рекомендуемых источников (раздел учебно-методического и информационного обеспечения и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети). Основной задачей при изучении курса является не столько приобретение профессиональных навыков, сколько обучение определённому типу мышления, формирование определённых установок – профессиональных принципов, ценностей и норм - моделей мышления и организационного поведения. Для самопроверки и подготовки к практическим работам и зачету рекомендуется самостоятельное описание и характеристика обучающимися доступных для них организаций-объектов с помощью изучаемых аналитических методов и схем. Список ключевых понятий (словарь терминов) по дисциплине с их разъяснением прилагается. Важно заинтересоваться проблемами изучаемой дисциплины, попытаться стать активным участником управленческого процесса, что предполагает самостоятельную, активную, творческую работу студентов. Усиление роли самостоятельной работы обучающихся означает развитие умения учиться, формирование у обучающегося способности к саморазвитию, творческому применению полученных знаний, способам адаптации к профессиональной деятельности в современном мире. Самостоятельная работа реализуется: 1) непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении контрольных работ; 2) в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.; 3) в библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и творческих задач. Активная самостоятельная работа обучающихся возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Факторы, способствующие активизации самостоятельной работы следующие. 1. Полезность выполняемой работы означает возможность ее использования в профессиональной подготовке. Так, например, при подготовке задания на дипломную (квалификационную) работу на одном из младших курсов, обучающийся может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественнонаучного и обще- профессионального циклов дисциплин, которые затем войдут как разделы в его квалификационную работу.

	2. Участие обучающихся в творческой деятельности. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на той или иной кафедре. 3. Важным мотивационным фактором является введение в учебный процесс активных методов, прежде всего игрового тренинга, в основе которого лежат инновационные и организационно-деятельностные игры. 4. Участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и т.д. 5. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительные оценки, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры). Эти факторы при определенных условиях могут вызвать стремление к состязательности, что само по себе является сильным мотивационным фактором самосовершенствования обучающегося. 6. Поощрение обучающихся за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу. Например, за работу, сданную раньше срока, можно проставлять повышенную оценку, а в противном случае ее снижать. 7. Индивидуализация заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, а также постоянное их обновление
Комплекс учебно-методический материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой практики, размещен в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Лист регистрации дополнений и изменений рабочей программы дисциплины

№ п/п	Часть текста, подлежавшего изменению в документе			Общее количество страниц		Основание для внесения изменения, № документа	Дата
	№ раздела	№ пункта	№ подпункта	до внесения изменений	после внесения изменений		
1	6	6.1	6.1.1	11	11	Приказ ректора от 28.05.2018 № 418-2	28.05.2018
2	6	6.1	6.1.2	11	11	Приказ ректора от 28.05.2018 № 418-2	28.05.2018
3	6	6.3	6.3.1	11	11	Приказ ректора от 28.05.2018 № 418-2	28.05.2018
4	6	6.1	6.1.1	11	11	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
5	6	6.1	6.1.2	11	11	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
6	6	6.3	6.3.1	11	11	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
7	6	6.3	6.3.3	11	11	Приказ ректора от 31.05.2019 № 378-1	31.05.2019
8	6	6.1	6.1.1	11	11	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
9	6	6.1	6.1.2	11	11	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
10	6	6.3	6.3.3	11	11	Приказ ректора от 08.05.2020 № 267-1	08.05.2020
11	4			11	11	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
12	6	6.1	6.1.1	11	11	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
13	6	6.1	6.1.2	11	11	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
14	6	6.3	6.3.3	11	11	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
15	7			11	11	Приказ ректора от 07.06.2021 № 79	07.06.2021
16	1	1.3		15	15	Приказ ректора от 17.06.2022 № 77	17.06.2022
17	6	6.1	6.1.1	15	15	Приказ ректора от 17.06.2022 № 77	17.06.2022
18	6	6.1	6.1.2	15	15	Приказ ректора от 17.06.2022 № 77	17.06.2022
19	7			15	15	Приказ ректора от 17.06.2022 № 77	17.06.2022

Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
Б1.Б.1.44 «Электрические измерения»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине Б1.Б.1.44 «Электрические измерения»

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Дисциплина «Электрические измерения» участвует в формировании компетенций:

ОПК-8: способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации;

ОПК-10: способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации.

Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-8, ОПК-10 при освоении образовательной программы

Код компе-тенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин (модулей)/ практик, участвующих в формировании компетенции	Курс изучения дисциплины	Этапы формирования компетенции
ОПК-8	способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	Б1.Б.1.22 Метрология, стандартизация и сертификация	3	1
		Б1.Б.1.44 Электрические измерения	3	1
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	2
ОПК-10	способностью применять знания в области электротехники и электроники для разработки и внедрения технологических процессов, технологического оборудования и технологической оснастки, средств автоматизации и механизации	Б1.Б.1.18 Теория дискретных устройств	2	1
		Б1.Б.1.21 Теоретические основы электротехники	2,3	2,3
		Б1.Б.1.28 Электрические машины	3	3
		Б1.Б.1.31 Теория автоматического управления	3	4
		Б1.Б.1.33 Теоретические основы автоматики и телемеханики	3	5
		Б1.Б.1.34 Теория линейных электрических цепей	3	6
		Б1.Б.1.20 Электроника	4	7
		Б1.Б.1.35 Теория передачи сигналов	4	8
		Б1.Б.1.39 Электропитание и электроснабжение нетяговых потребителей	4	9
		Б1.Б.1.32 Микропроцессорные информационно-управляющие системы	5	10
		Б3.Б.01 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	6	11

Таблица соответствия уровней освоения компетенций <u>ОПК-8, ОПК-10</u> планируемым результатам обучения

Код компе-тенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины /практики	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-8	способностью использовать навыки проведения измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии, стандартизации и сертификации	Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин	Минимальный уровень	Знать: общую теорию измерений
				Уметь: обрабатывать анализировать и представлять результаты измерений
				Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в метрологии
			Базовый уровень	Знать: общую теорию измерений. Основные методы и средства измерений
				Уметь: обрабатывать анализировать и представлять результаты измерений. Оценивать достоверность решений, принимаемых по их результатам
				Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в метрологии, методами обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений, навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач
			Высокий уровень	Знать: общую теорию измерений. Основные методы и средства измерений при проведении измерительного эксперимента и оценки его результатов на основе знаний о методах метрологии стандартизации и сертификации
				Уметь: обрабатывать анализировать и представлять результаты измерений. Оценивать достоверность решений, принимаемых по их результатам. Применять основные методы и средства измерений при выполнении метрологических и сертификационных испытаний
				Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в метрологии, методами обработки результатов измерений и оценивания погрешностей измерений, навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач, методическими основами стандартизации и подтверждения соответствия
ОПК-10	способностью использовать нормативные документы по качеству, стандартизации, сертификации и правилам технической эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и производства	Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока Раздел 5. Измерение параметров	Минимальный уровень	Знать: основы теории погрешностей, способы оценки и обработки результатов измерения
				Уметь: технически и метрологически грамотно проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты
				Владеть: методами и средствами электрических измерений
			Базовый уровень	Знать: основы измерительной техники электрических и неэлектрических величин
				Уметь: применять методы и средства технических измерений, позволяющих проводить измерения с необходимой точностью

	систем обеспечения движения поездов, использовать технические средства для диагностики технического состояния систем, использовать элементы экономического анализа в практической деятельности	электрических цепей Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин		Владеть: новейшими инструментами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных измерительных приборов и устройств
			Высокий уровень	Знать: принципы и методы измерения параметров электрических цепей в широком диапазоне частот и широких пределах значений измеряемых величин
				Уметь: использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения для обработки результатов измерений
				Владеть: навыками выбора точности измерений и средств измерений при решении профессиональных задач, методическими основами и элементами анализа в практической деятельности

Программа контрольно-оценочных мероприятий за период изучения дисциплины

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)		Наименование оценочного средства (форма проведения)
3 курс					
1		Текущий контроль	Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин	ОПК-8, ОПК-10	Защита лабораторных работ (устно), защита задач из контрольной работы (устно), конспект (письменно)
4		Промежуточная аттестация – зачет	Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин	ОПК-8, ОПК-10	Защита задач из контрольной работы (устно), собеседование (устно), тестирование (компьютерные технологии)

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
2	Конспект	Особый вид текста, в основе которого лежит аналитико-синтетическая переработка информации первоисточника (исходного текста). Цель этой деятельности — выявление, систематизация и обобщение (с возможной критической оценкой) наиболее ценной (для конспектирующего) информации.	Темы конспектов
3	Тест	Система тестовых заданий специфической формы, позволяющая эффективно измерить уровень знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся. Тесты формируются из банка тестовых заданий по дисциплине. Тестирование может быть использовано в качестве текущего контроля обучающихся (по окончании изучения раздела дисциплины, защиты лабораторной работы и т.д.), промежуточной аттестации или допуска к ней (по окончанию изучения дисциплины), или в течение года по завершению изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний). Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Банк тестовых заданий (БТЗ)
4	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Рекомендуется для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности обучающихся.	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
5	Зачет (дифференцированный зачет)	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачету

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета, а также шкала для оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Конспект

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему полностью и ответил на все вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме.
«хорошо»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен аккуратно, с незначительными исправлениями.
«удовлетворительно»	Конспект по теме выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся по заданной теме в не полном объеме с частичным соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; раскрыл тему не полностью и ответил на часть вопросов преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно.
«неудовлетворительно»	Конспект по теме не выполнен в обозначенный преподавателем срок. Конспект выполнен обучающимся не по заданной теме в не полном объеме без соблюдения необходимой последовательности. Обучающийся работал не самостоятельно; не раскрыл тему и не ответил на вопросы преподавателя по конкретной теме конспекта. Конспект оформлен не аккуратно.

Тест:

Промежуточная аттестация в форме зачета:

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Студент полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
«не зачтено»	Студент не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений.

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1 Типовые контрольные задания для выполнения лабораторных работ

1. Лабораторная работа. «Измерение активной мощности в трехфазных цепях переменного тока»

Цель работы: ознакомиться с методами измерения активной мощности в цепях трёхфазного тока как симметричной, так и в различных случаях несимметричной нагрузки фаз.

Теоретические сведения

Мгновенная мощность трёхфазной системы равна сумме мгновенных мощностей фаз:

$$P = U_A I_A + U_B I_B + U_C I_C, \qquad (6.1)$$

где U_A, U_B, U_C – мгновенные значения фазных напряжений;

I_A, I_B, I_C – мгновенные значения фазных токов.

В соответствии с первым законом Кирхгофа можно исключить один из токов, кроме того, линейные напряжения можно выразить через фазные.

Это позволяет переписать выражение 6.1 в одной из трёх форм:

$$\begin{aligned} P &= U_{AC} I_A + U_{BC} I_B; \\ P &= U_{AB} I_A + U_{CB} I_C; \\ P &= U_{BA} I_B + U_{CA} I_C. \end{aligned} \qquad (6.2)$$

Полученные выражения справедливы и при соединении нагрузки треугольником.

Переходя от мгновенных значений величин к их действующим значениям, выражение (6.1) можно записать:

$$\begin{aligned} P &= U_{AC} I_A \cos\varphi_1 + U_{BC} I_B \cos\varphi_2; \\ P &= U_{AB} I_A \cos\varphi_3 + U_{CB} I_C \cos\varphi_4; \\ P &= U_{AB} I_A \cos\varphi_5 + U_{CB} I_C \cos\varphi_6, \end{aligned} \qquad (6.3)$$

где $\varphi_1 - \varphi_6$ – углы сдвига фаз между соответствующими токами и напряжениями.

Метод одного ваттметра

Этот метод (рис. 6.1) применяется в случае соединения нагрузки звездой с нулевым проводом, если система симметрична. В этом случае измеряют мощность одной фазы. Показания прибора нужно утроить.

В трёхфазной трёхпроводной системе при любом способе соединения нагрузки может применяться включение ваттметра с искусственной нулевой точкой, создаваемой с помощью двух дополнительных активных сопротивлений, равных по величине сопротивлению параллельной цепи $R_1 = R_2 = R_3 = 1$ кОм.

Ваттметр покажет мощность одной фазы. Для получения мощности всей нагрузки показания прибора нужно утроить.

В случае несимметричной нагрузки ваттметр следует поочередно включать на каждую фазу (рис. 6.2), а затем показания трех измерений суммировать. Результаты измерений и расчётов свести в табл. 6.1.

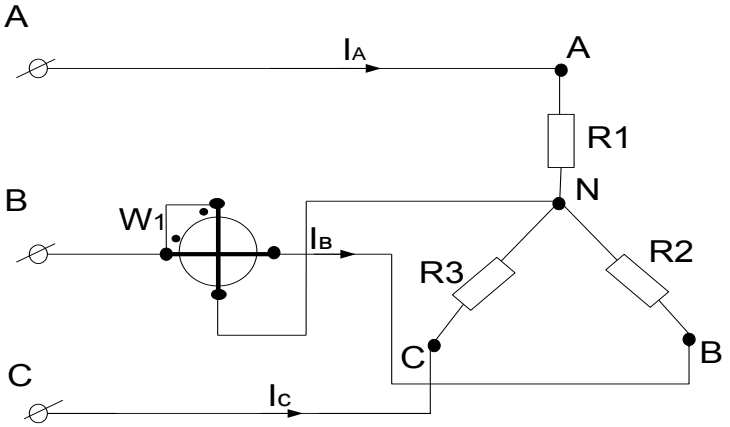

Рис. 6.1. Схема измерения активной мощности одним ваттметром при симметричной нагрузке

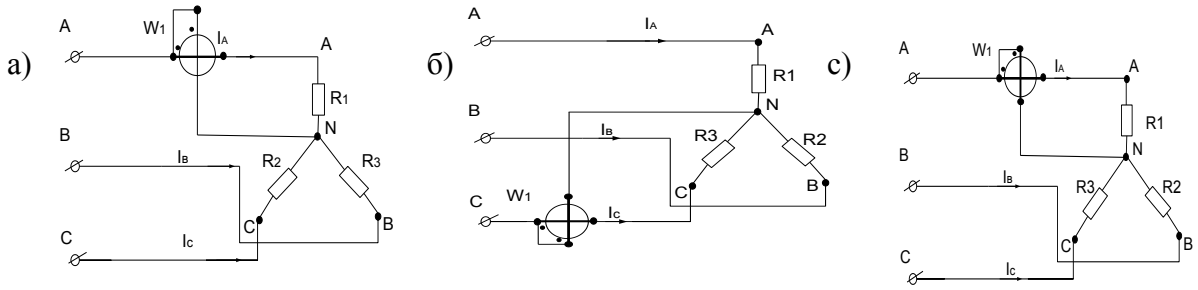

Рис. 6.2. Схемы измерения активной мощности одним ваттметром при несимметричной нагрузке, например, *R*1=1 кОм, *R*2=680 Ом, *R*3=330 Ом

Таблица 6.1

Результаты измерений и расчётов по методу одного ваттметра

Наименование		Нагрузка симметричная	Нагрузка несимметричная		
			схема а	схема б	схема с
Фазные токи, мА	I_A				
	I_B				
	I_C				
Фазные напряжения, В	U_A				
	U_B				
	U_C				
Линейные напряжения, В	U_{AB}				
	U_{BC}				
	U_{CA}				
Измеренные мощности, мВт	P_A				
	P_B				
	P_C				
	ΣP				

Вычисленные мощности, мВт	P_A				
	P_B				
	P_C				
	ΣP				

Метод двух ваттметров

Этот метод применяют в трехпроводных цепях трехфазного тока с несимметричной нагрузкой. Согласно формуле (6.3) для измерения мощности достаточно двух приборов, причем они могут быть включены по одной из трех схем, приведенных на рис. 6.3.

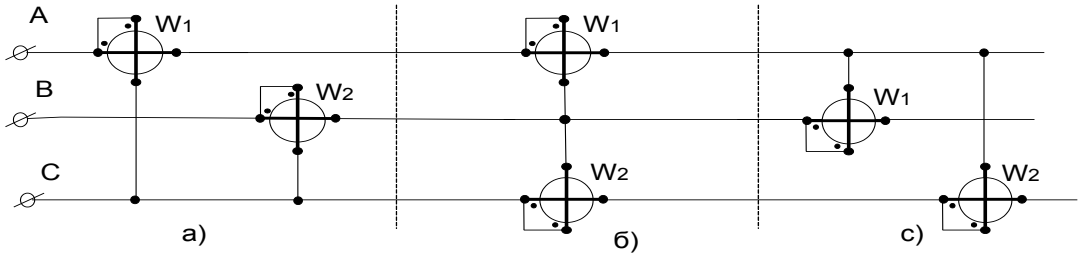

Рис. 6.3. Схемы включения двух ваттметров для измерения активной мощности в трёхпроводной цепи

Результаты измерений и расчётов свести в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Результаты измерений методом двух ваттметров

Параметры цепи		Нагрузка несимметричная		
		схема а	схема б	схема с
Фазные токи, мА	I_A			
	I_B			
	I_C			
Линейные напряжения, В	U_{AB}			
	U_{BC}			
	U_{CA}			
Измеренные мощности, мВт	P_1			
	P_2			
	ΣP			
Расчетные мощности, мВт	P_1			
	P_2			
	ΣP			

Метод трех ваттметров

Метод применяется в несимметричной четырехпроводной цепи. Три ваттметра включаются по схеме, представленной на рис. 6.4. Каждый из ваттметров измеряет мощность одной фазы. Полная мощность системы определяется как

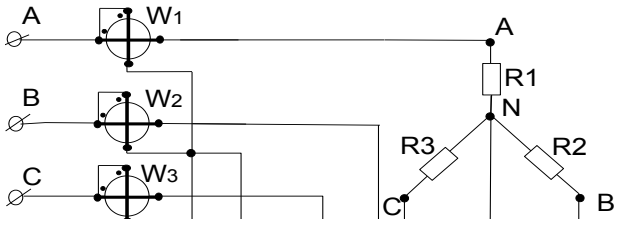

Рис. 6.4. Схема включения трёх ваттметров для измерения активной мощности в трёхфазной цепи

арифметическая сумма показаний ваттметров.

В эксплуатационных условиях применяют двух- и трехфазные ваттметры, представляющие собой сочетание в одном приборе двух или трех однофазных измерительных элементов, имеющих общую подвижную часть, на которую действует суммарный вращающий момент всех элементов.

Результаты измерений свести в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Результаты измерений методом трёх ваттметров

Фазные токи, мА			Линейные напряжения, В			Фазные напряжения, В			Измеренные мощности, мВт			
I_A	I_B	I_C	U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_A	U_B	U_C	P_1	P_2	P_3	ΣP

3.2 Типовые контрольные задания для контрольной работы

Задача 1. Измерение тока переменного несинусоидального тока

1. В цепь несинусоидального тока включены: амперметр магнитоэлектрической системы и амперметр электродинамической системы. Амперметры имеют одинаковые номинальные токи $I_н$ = 5 А и шкалы с одинаковым номинальным числом делений $a_н$ = 100 дел.

Начертите схему цепи и определите, на какое число делений шкалы отклонится стрелка:

а) магнитоэлектрического амперметра;

б) электродинамического амперметра, если в цепи проходит ток:

$$i = I_0 + I_{1m} Sin\varpi t + I_{3m} Sin(3\varpi t \pm \phi_3).$$

Постройте в масштабе в одних осях координат графики заданного тока $i = f(t)$ за время одного периода основной гармоники тока.

Значения I_0, I_{1m}, I_{3m} и ϕ_3 для отдельных вариантов заданы в табл. 2.1.

2. В цепь несинусоидального тока включены: амперметр электродинамической системы и амперметр детекторной (выпрямительной) системы. Амперметры имеют одинаковые номинальные токи I = 5 А и шкалы с одинаковым номинальным числом делений $\alpha_н$ =100 дел.

На какое число делений шкалы отклонится стрелка:

а) электродинамического амперметра;

б) детекторного амперметра, если в цепи проходит ток:

$$i = I_{1m} Sin\varpi \mathrm{t} + I_{3m} Sin(3\varpi t \pm \phi_3).$$

Значения I_{1m}, I_{3m} и ϕ_3 для отдельных вариантов заданы в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Числовые значения для задачи 1

Наименование величин	Ед-ца изм.	Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ток I_0	А	—	1,0	2,0	2,5	2,0	1,0	0,5	2,5	1,5	0,5	1,5
Ток I_{1m}	А А А А А	0; 5 1; 6 2; 7 3; 8 4; 9	3,5 4,0 3,8 4,4 4,2	2,5 3,0 3,5 4,0 4,2	2,5 3,0 3,6 4,0 4,5	3,0 3,2 3,4 3,6 3,8	4,0 4,5 3,0 2,5 3,5	4,0 4,4 4,2 3,5 3,8	4,5 4,0 4,2 3,8 4,2	3,0 3,5 4,0 4,5 3,6	4.5 4,0 3,5 3,0 2,5	3,5 3,8 4,0 4,2 4,4
Ток I_{3m}	А А А А А	0;1 6; 2 7; 3 8; 4 9; 5	2,0 1,8 1,6 1,5 1,4	1,0 1,2 2,2 1,8 1,6	1,5 2,0 2,5 1,2 2,6	1,0 1,4 1,6 2,5 2,0	2,0 2,5 1,0 1,5 2,0	1,0 1,2 1,4 1,6 1,8	2,0 2,2 2,8 3,0 3,2	1,5 1,8 2,0 2,4 2,5	2,5 2,0 1,5 1,0 1,5	1,5 1,8 2,0 2,2 2.4
Угол ϕ_3	рал	—	0	$\frac{\pi}{6}$	π	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{6}$	π	0	$\frac{\pi}{2}$	π

3.3 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Банк тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура тестовых материалов по дисциплине «Электрические измерения»

Раздел дисциплины	Тема раздела	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока	Измерение постоянного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях	3 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
	Поверка приборов. Определение класса точности средств измерений.	2 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Система единиц физических величин. Понятие единицы и размерности физической величины. Системы единиц физических величин. Основные и производные единицы системы	3 – тип ЗТ 2– тип ОТ
	Средства измерений. Классификация.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока	Измерение переменного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение активной, реактивной и полной мощности.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
	Оценка случайных погрешностей и обработка результатов многократных равноточных измерений. Законы распределения погрешностей измерения	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение переменного несинусоидального тока	2 – тип ЗТ

Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока		2 – тип ОТ
	Особенности цифровых измерительных приборов.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерительные мосты.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
	Потенциометры.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Осциллографы электроннолучевые и светолучевые.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока	Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение реактивной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
	Измерение тока в цепях переменного несинусоидального тока.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей	Измерение активных сопротивлений, емкостных и индуктивных сопротивлений, измерение добротности, измерение импеданса.	2 – тип ЗТ 2 – тип ОТ
	Измерение сопротивления заземляющих устройств, сопротивления петли фаза-ноль, сопротивления изоляции.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение входных и выходных сопротивлений четырехполюсника, внутреннего сопротивления источников питания, измерение пульсаций выпрямителей.	2 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение индуктивности и активного сопротивления мостом переменного тока.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин	Преобразователи неэлектрических величин в электрические величины.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение пути, скорости, ускорения. Измерение линейных размеров.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Измерение влажности, температуры, давления.	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
	Поверка счетчиков образцовым электронным счетчиком при различной нагрузке (активной, активно-индуктивной, активно-емкостной).	3 – тип ЗТ 3 – тип ОТ
Автор: Литвинцев В.Г.	Итого	120: 60 – тип ЗТ 60 – тип ОТ

Структура итогового теста по дисциплине «Электрические измерения»

Раздел дисциплины	Тема раздела	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока	Измерение постоянного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ
	Система единиц физических величин. Понятие единицы и размерности физической величины. Системы единиц физических величин. Основные и производные единицы системы	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
	Средства измерений. Классификация.	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ
Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока	Измерение переменного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях.	1 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
	Измерение активной, реактивной и полной мощности.	1 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока	Измерение переменного несинусоидального тока	1 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
	Измерительные мосты.	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
	Потенциометры.	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ

	Осциллографы электроннолучевые и светолучевые.	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока	Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
	Измерение реактивной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ
	Измерение тока в цепях переменного несинусоидального тока.	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей	Измерение активных сопротивлений, емкостных и индуктивных сопротивлений, измерение добротности, измерение импеданса.	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ
Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин	Преобразователи неэлектрических величин в электрические величины.	1 – тип ЗТ 0 – тип ОТ
	Поверка счетчиков образцовым электронным счетчиком при различной нагрузке (активной, активно-индуктивной, активно-емкостной).	0 – тип ЗТ 1 – тип ОТ
Автор: Литвинцев В.Г.	Итого	18: 9 – тип ЗТ 9 – тип ОТ

БТЗ, критерии и шкала оценивания, количество вопросов в тестовом задании соответствует ФОС дисциплины, выставленному в электронной информационно-образовательной среде ЗабИЖТ ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типовых вариантов тестовых заданий,
предусмотренных рабочей программой

1 Отношение предела измерения прибора к числу делений шкалы это: (Выберите один или несколько ответов):

1 класс точности;

2 цена деления;

3 угол отклонения стрелки прибора;

4 относительная погрешность.

2 Физическая величина – это … : (Выберите один или несколько ответов):

1 объект измерения;

2 величина, подлежащая измерению, измеряемая или измеренная в соответствии с основной целью измерительной задачи;

3 одно из свойств физического объекта, общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

3 Количественная характеристика физической величины называется …: (Выберите один или несколько ответов):

1 размером;

2 размерностью;

3 объектом измерения.

4 Средство измерения это: (Выберите один или несколько ответов):

1 техническое средство, используемое при измерениях;

2 методика, используемая при измерениях;

3 техническое средство, предназначенное для воспроизведения физической величины;

4 мера воспроизводимой физической величины.

5 Средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера, называется: (Выберите один или несколько ответов):

1 мерой;

2 измерительным прибором;

3 измерительным преобразователем.

6 При описании электрических и магнитных явлений в СИ за основную единицу принимается: (Выберите один или несколько ответов):

1 Вольт;

2 Ом;

3 Ампер.

7 Укажите правильное обозначение приборов магнитоэлектрической системы: (Выберите один или несколько ответов):

1 ;

2 ;

3 ;

4 .

8 Для трёхфазной электрической цепи «треугольник» справедливо: (Выберите один или несколько ответов):

1 Iфаз=Iлин ;

2 Uфаз =Uлин√3 ;

3 Uфаз=Uлин ;

4 Iфаз =Iлин√3 .

9 Коэффициент реактивной мощности это отношение: (Выберите один или несколько ответов):

1 P/Q ;

2 Q/S ;

3 P/S ;

4 Q/P .

10 Как называется метод измерений, в котором измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерой?

<……>

11 Как нужно включить добавочное сопротивление по отношению к вольтметру, чтобы расширить предел его измерений?

<……>

12 Как нужно включить шунт по отношению к амперметру, чтобы расширить предел его измерений?

<……>

13 Укажите единицы измерения приведенной погрешности?

<……>

14 Укажите единицы измерения относительной погрешности?
<……>

15 Установление норм, правил с целью обеспечения безопасности продукции, работ и услуг это?
<……>

16 Аккредитованные испытательные лаборатории, измерительные (калибровочные) лаборатории являются органом?
<……>

17 Сколько в системе СИ основных единиц?
<……>

18 Укажите единицы измерения абсолютной погрешности?
<……>

3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету (для оценки знаний)

Раздел 1. Измерения в цепях постоянного тока

1. Измерение постоянного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях
2. Поверка приборов. Определение класса точности средств измерений.
3. Что такое физические величины.
4. Единицы физических величин.
5. Система единиц физических величин.
6. Понятие единицы и размерности физической величины.
7. Системы единиц физических величин. Основные и производные единицы системы.
8. Средства измерений. Классификация.

Раздел 2. Измерения в цепях переменного тока.

1. Измерение переменного токов и напряжений в низковольтных и высоковольтных цепях.
2. Измерение активной, реактивной и полной мощности.
3. Оценка случайных погрешностей и обработка результатов многократных равноточных измерений.
4. Законы распределения погрешностей измерения.

Раздел 3. Измерения в цепях переменного однофазного тока.

1. Измерение переменного несинусоидального тока.
2. Особенности цифровых измерительных приборов.
3. Измерительные мосты.
4. Потенциометры.
5. Осциллографы электроннолучевые и светолучевые.

Раздел 4. Измерения в цепях переменного трехфазного тока.

1. Измерение активной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.
2. Измерение реактивной мощности и энергии в трехфазных цепях переменного тока.
3. Измерение тока в цепях переменного несинусоидального тока.

Раздел 5. Измерение параметров электрических цепей.

1. Измерение активных сопротивлений, емкостных и индуктивных сопротивлений, измерение добротности, измерение импеданса.

2. Измерение сопротивления заземляющих устройств, сопротивления петли фаза-ноль, сопротивления изоляции.

3. Измерение входных и выходных сопротивлений четырехполюсника, внутреннего сопротивления источников питания, измерение пульсаций выпрямителей.

4. Измерение индуктивности и активного сопротивления мостом переменного тока.

Раздел 6. Электрические измерения неэлектрических величин.

1. Преобразователи неэлектрических величин в электрические величины.
2. Измерение пути, скорости, ускорения. Измерение линейных размеров.
3. Измерение влажности, температуры, давления.
4. Поверка счетчиков образцовым электронным счетчиком при различной нагрузке (активной, активно-индуктивной, активно-емкостной).

3.5 Перечень практических заданий к зачету (для оценки умений, навыков и опыта деятельности)

Измерение индуктивности и активного сопротивления мостом переменного тока

Определите индуктивность L_x и активное сопротивление R_x катушки, включенной в одно из плеч уравновешенного моста переменного тока. В противоположное плечо моста включено образцовое сопротивление R_3, а в два других плеча соответственно образцовое сопротивление R_1 и образцовая катушка индуктивности с параметрами L_2 и R_2.

Исходные данные для решения задачи 3 приведены в табл. 2.4.

Таблица 2.4

Числовые значения для задачи 3

Наименование величин	Единица измерения	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последняя цифра шифра											
R_2	Ом	15	3	4	5	7	9	10	8	20	12
L_2	Гц	0,1	0,2	0,3	0,4	0,15	0,25	0,3	0,2	0,15	0,1
Предпоследняя цифра шифра											
R_3	Ом	25	20	15	10	25	30	10	35	20	40
R_4	Ом	20	10	20	15	30	35	25	10	15	30

4 Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Защита лабораторной работы	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Конспект	Составление конспектов по темам, предложенным преподавателем производится вне аудиторного времени в рамках самостоятельной работы. Для составления конспекта студент может использовать рекомендуемую или литературу, раскрывающую предложенную тематику. Преподаватель выдает темы конспектов в начале семестра, а проверяет их составление на контрольных занятиях (процентовочных неделях). Студент должен ответить на вопросы, связанные с тематикой конспекта. Преподаватель информирует обучающихся о выставленной оценке за конспект сразу после контрольно-оценочного мероприятия
Контрольная работа	Контрольная работа, предусмотренная рабочей программой дисциплины, проводится во время практических занятий. Вариантов контрольной работы по теме не менее двух. Во время выполнения контрольной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контрольной работы, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в, время выполнения контрольной работы
Тест	Тестирование проводится по результатам освоения разделов дисциплины во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета) составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

– перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;

– перечень типовых комплексных практических заданий к зачету для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий к зачету обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ЗабИЖТ ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.