|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
| Кафедра прикладной математики | | |
| УТВЕРЖДАЮ  ДИРЕКТОР  И. А. Иванов  «\_\_» \_\_\_\_ 2021 г. | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Метрология | | |
| (наименование дисциплины ) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): | 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: | Химическая технология материалов ЯТЦ | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: | Химическая технология материалов ЯТЦ | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | специалист |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озёрск, 2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины *«Метрология»* являются:

* обучение студентов проведению в своей профессиональной сфере измерений, контро­ля, диагностирования и других видов  экспериментов с контролируемой точностью при учёте  требований  метрологии и стандартизации, проведения интерпретации результатов эксперимента;
* подготовка студентов к решению профессиональных задач по достижению качества и эффективности работ на основе использования методов обеспечения единства измерений, стандартизации и унификации, а также подтверждения свойств и характеристик путем сертификации на соответствие государственным и международным нормам;
* формирование у студентов знаний, умений и навыков для решения научных, правовых и организационных задач в области метрологии, стандартизации и сертификации.

Задачи изучения дисциплины сводятся к:

* получению представления о теории измерений, объектах и средствах измерений; о целях и задачах стандартизации; об основных принципах и положениях управления качеством изделий и услуг; о сертификации изделий, услуг и систем качества;
* знанию способов измерений технических объектов; основных нормативных документы в области метрологии, стандартизации и сертификации изделий и услуг;
* умению применять полученные знания и нормативные документы по метрологии, стандартизации и сертификации для решения производственных задач, повышения качества выпускаемой продукции, оформления технической документации.

1. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Метрология» входит в общепрофессиональныйо цикл образовательной программы специалиста. Для успешного освоения данного курса необходимы знания, умения и виды деятельности, формируемые при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла «Математика», «Информатика» и «Физика», а также «Электротехника, электроника и схемотехника» базовой части профессионального цикла дисциплин. Студент должен уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для понимания преподаваемого курса, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией. Освоение дисциплины является необходимой при выполнении лабораторных и курсовых работ по различных дисциплинам, при оформлении учебно-исследовательских и дипломных работ, при прохождении учебной, производственной и преддипломной практики, а также в деятельности будущего специалиста для решения для последующего изучения профессиональных дисциплин.

1. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **УКЕ-1** | **Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах** |
|  | З-УКЕ-1 | знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования |
|  | У-УКЕ-1 | уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи |
|  | В-УКЕ-1 | владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |
|  | **УКЦ-2** | **Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач** |
|  | З-УКЦ-2 | Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности |
|  | У-УКЦ-2 | Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности |
|  | В-УКЦ-2 | Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности |
|  | **ОПК-1** | **Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности** |
|  | З-ОПК-1 | Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин |
|  | У-ОПК-1 | Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов |
|  | В-ОПК-1 | Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла |
|  |  |
|  | **ОПК-3** | **Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов** |
|  | З-ОПК-3 | Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ |
|  | У-ОПК-3 | Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты |
|  | В-ОПК-3 | Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования |
|  | **ОПК-4** | **Способен использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, осуществлять теоретический анализ и экспериментальную проверку адекватности модели** |
|  | З-ОПК-4 | Знать: принципы математического моделирования химико-технологических процессов и методы оптимизации химико-технологических процессов с применением эмпирических и (или) физико-химических моделей |
|  | У-ОПК-4 | Уметь: применять известные методы вычислительной математики и математической статистики для решения конкретных задач расчета, моделирования, идентификации и оптимизации при исследовании, проектировании и управлении процессами химической технологии, а также уметь использовать в своей практической деятельности для достижения этих целей известные пакеты прикладных программ |
|  | В-ОПК-4 | Владеть: методами построения математических моделей типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов, методами математической статистики для обработки результатов экспериментов, пакетами прикладных программ, используемых при моделировании объектов и процессов |

В результате изучения дисциплины студент должен

* знать: современные методы и средства обработки и представления данных экспериментальных исследований
* знать: нормативные документы, содержащие требования к содержанию и оформлению текстовой и конструкторскотехнологической документации, современные информационно-коммуникационные технологии для подготовки текстовой и конструкторскотехнологической документации
* уметь: выбирать современные методы и средства обработки и представления данных экспериментальных исследований, составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули
* уметь: выбирать современные информационно-коммуникационные технологии для подготовки текстовой и конструкторскотехнологической документации с учетом требований нормативных документов
* владеть: навыками применения методов и средств обработки и представления данных экспериментальных исследований, языками программирования, навыками отладки и тестирования работоспособности программ, применяемых для решения профессиональных задач
* владеть: навыками подготовки обзоров, аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе, навыками разработки конструкторско-технологической документации с применением информационнокоммуникационных технологий
* владеть навыками: описания состояния аналитических работ в формате отчета

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет *3* кредита, *108* часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной  дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | Текущий контроль  успеваемости *(неделя, форма)* | Аттестация раздела  *(неделя, форма)* | Максимальный балл за раздел |
| Лекции | Практические занятия | СРС |
| **7 семестр** | | | | | | | | |
| 1 | Особенности обеспечения единства измерений в области использования атомной энергии | 1-3 | 6 | 6 | 15 | ПР1-3 | 3 неделя  КР1 (тест) | 12 |
| 2 | Основы теории измерений физических величин и погрешностей | 4-5 | 4 | 6 | 15 | ПР4-6 | 5 неделя КР2 (тест) | 12 |
| 3 | Нормирование метрологических характеристик средств измерений | 6-7 | 4 | 10 | 15 | ПР7-10 | 7 неделя КР3 (тест)  7 неделя  ИДЗ1 | 12 |
| 4 | Обработка результатов измерений | 8-9 | 4 | 10 | 13 | ПР11-16 | 9 неделя КР4 (тест)  9 неделя  ИДЗ2 | 14 |
|  | Всего часов за семестр: | | **18** | **32** | **58** |  |  |  |
|  | Итого баллов за семестр: | | | | | | | 50 |
|  | Зачет | | | | | | | 50 |
|  | Итого за 4 семестр: | | | | | | | 100 |

Обозначения оценочных средств: ПР - практическая работа, КР - контрольная работа, ДЗ - индивидуальное домашнее задание, Р –реферат с компьютерной презентацией.

Содержание разделов учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Раздел учебной дисциплины | Содержание раздела |
| 1  1 | Особенности обеспечения единства измерений в области использования атомной энергии | Организация метрологического обеспечения РФ.  закон №102 "Об обеспечении единства измерений".  Виды и формы государственного метрологического контроля и надзора.  Метрологические требования в области использования атомной энергии.  Поверка и калибровка средств измерений.  Метрологическая экспертиза технической документации.  Проведение испытаний средств измерений в области использования атомной энергии в целях утверждения типа. |
| 22 | Основы теории измерений физических величин и погрешностей | Физические величины. Единицы измерения физических величин  Классификация измерений  Результат измерения. Погрешность и неопределенность измерений.  Классификация погрешностей измерений  Измерение как случайная величина.  Законы распределения случайных величин  Оценка результата измерения. Качество измерений  Формы представления результатов измерений. Правила округления погрешностей |
| 33 | Нормирование метрологических характеристик средств измерений | Погрешности средств измерений.  Метрологические характеристики средств измерений  Класс точности. Выбор средства измерения. |
| 44 | Обработка результатов измерений | Обработка прямых однократных измерений  Обработка результатов прямых многократных измерений.  Обработка результатов косвенных измерений. |

1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекция, практическое занятие, самостоятельная работа) с различными методами ее активизации:

* модульно-рейтинговое обучение;
* контекстное обучение;
* технология поэтапного формирования умственных действий;
* технология развивающего обучения;
* элементы технологии развития критического мышления;
* IT-методы;
* Работа в команде;
* Проблемное обучение;
* Контекстное обучение;
* Обучение на основе опыта;
* Метод проектов.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий, задающих организационные формы образовательного процесса:

* лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, лекция-визуализация, проблемная лекция);
* лабораторные работы (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, интерактивное выполнение);
* тренинговые (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
* активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка отчетов по лабораторным работам);
* самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Рекомендуется использование информационных технологий при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), при проведения контроля выполнения лабораторных работ, использование мультимедиа-средств при проведении лекционных занятий.

1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Дисциплина изучается в четвертом семестре. Оценочные средства дисциплины состоят из текущего контроля выполнения заданий и промежуточной аттестации (зачета). Эти средства содержат перечень вопросов, ответы на которые дают возможность студенту продемонстрировать, а преподавателю оценить степень усвоения теоретических знаний на уровне знакомства; заданий, позволяющих оценить приобретенные студентами практические умения на репродуктивном уровне; задач для оценки приобретенных студентами когнитивных умений на продуктивном уровне; проблем, позволяющих оценить профессиональные и общекультурные компетенции студентов.

По результатам текущего контроля, практических, лабораторных, домашних и контрольных работ формируется допуск студента к зачету. Зачет проводится в устной форме.

Темы практических работ:

1. Закон об обеспечении единства измерений.
2. Правила округления результатов измерений. Представление результата измерений.
3. Обработка прямых однократных измерений. Обработка абсолютных, относительных и приведенных погрешностей измерения.
4. Обработка многократных измерений.
5. Обработка косвенных измерений.
6. Классы точности средств измерений.
7. Метрологическая экспертиза технической документации.
8. Использование электронных таблиц ms excel для обработки результатов экспериментов
9. Графическая и аналитическая обработка экспериментальных зависимостей
10. Оценка случайной погрешности прямых измерений в Excel
11. Расчет погрешности косвенного измерения в Excel

Темы контрольных работ:

1. Основы обеспечения единства измерений в области атомной энергии— 4 семестр/3 неделя.

2. Погрешности измерений— 4 семестр/5 неделя.

3. Средства измерений — 4 семестр/7 неделя.

4. Метрологическая экспертиза технической документации — 4 семестр/9 неделя.

Темы домашних работ:

1. Обработка результатов многократных равноточных измерений. Определение случайной погрешности измерений (4 семестр/выдача 4 неделя — сдача 7 неделя).

2. Поверка амперметров и вольтметров (расчетная часть процедуры) (4 семестр/выдача 9 неделя — сдача 9 неделя).

Вопросы к зачету

1. Метрологическое обеспечение. Научная основа, организационная основа, технические средства, правила и нормы.
2. Государственная метрологическая служба и государственные службы ОЕИ.
3. Порядок обеспечения единства измерений в РФ.
4. Метрологическое обеспечение производства на примере ФГУП ПО МАЯК.
5. Международная система единиц СИ.
6. Измерение, классификация измерений. Прямые и косвенные измерения.
7. Основные характеристики измерений: принцип измерений, метод измерений, погрешность, точность, правильность и достоверность.
8. Шкалы физической величины.
9. Истинное, действительное значение и результат измерения физической величины.
10. Методы измерения.
11. Погрешность результата измерения и погрешность средства измерения. Классификация.
12. Абсолютная, относительная и приведенная погрешность.
13. Систематическая и случайная погрешность.
14. Грубая погрешность или промах.
15. Правила округления результатов измерений. Представление результата измерений.
16. Порядок выполнения обработки прямого однократного измерения.
17. Порядок выполнения обработки прямых измерений с многократными наблюдениями.
18. Порядок выполнения обработки косвенных измерений.
19. Средства измерений. Классификация.
20. Эталоны.
21. Класс точности средств измерений.
22. Метрологические характеристики. Нормирование метрологических характеристик.
23. Нормальные и рабочие условия применения средств измерений.
24. Поверка, виды поверок. Калибровка. Отличие поверки от калибровки.
25. Методики измерений.
26. Метрологическая экспертиза технической документации
27. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 1. Метрология : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 324 с.
2. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация и сертификация в 2 ч. Часть 2. Стандартизация и сертификация: учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Г. Сергеев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 325 с.

б) Дополнительная литература

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2012 № 1488 «Об утверждении Положения об особенностях обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области использования атомной энергии».
3. Приказ Минпромторга России от 10.10.2014 № 2037 «Об утверждении Порядка организации и ведения разделов Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в области использования атомной энергии».
4. Приказ Минпромторга России от 25.06.2013 N 970 «Об утверждении Административного регламента по предоставлению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии государственной услуги по утверждению типа стандартных образцов или типа средств измерений».
5. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 31.10.2013 № 1/10-НПА «Об утверждении метрологических требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, применяемым в области использования атомной энергии».
6. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 15.11.2013 № 1/11-НПА «Об утверждении Положения о порядке проведения испытаний стандартных образцов в области использования атомной энергии в целях утверждения их типа».
7. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 15.11.2013 № 1/12-НПА «Об утверждении Положения о порядке аттестации эталонов единиц величин в области использования атомной энергии».
8. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 15.11.2013 № 1/13-НПА «Об утверждении Положения о порядке отнесения технических средств, применяемых в области использования атомной энергии, к средствам измерений».
9. Приказ Госкорпорации «Росатом» от 15.11.2013 № 1/14-НПА «Об утверждении Положения о порядке проведения испытаний средств измерений в области использования атомной энергии в целях утверждения их типа».
10. Аттестация испытательного оборудования. Методические рекомендации. 19.12.2014.
11. Порядок разработки, утверждения и регистрации аттестованных объектов. 19.12.2015.
12. Порядок регистрации и учёта аттестованных эталонов в Госкорпорации «Росатом». 19.12.2015.
13. Применение нормативно-правового акта «Об утверждении метрологических требований к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, их составным частям, программному обеспечению, методикам (методам) измерений, при меняемым в области использования атомной энергии». Методические рекомендации. 12.12.2014.
14. Проведение метрологической экспертизы в организациях Госкорпорации «Росатом». Методические рекомендации.12.12.2014.
15. СТО Ц 012-2020. Система технического обслуживания и ремонта средств измерений и автоматизации. Общие положения.
16. СТО Ц 006 – 2017. Методики (методы) измерений. Порядок разработки, аттестации, внедрения и метрологического надзора.
17. СТО Ц 025-2010. Метрологическая экспертиза технической документации. Порядок организации и содержание.
18. СТО Ц 56-2018. Поверка средств измерений. Порядок организации и проведения работ.

**в) Интернет-ресурсы**

1. Интернет-университет информационных технологий (ИНТУИТ). Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством <https://intuit.ru/studies/courses/695/551/info> (проверено 27.06.2021)
2. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Информационные ресурсы по метрологии, стандартизации, техническому регулированию и подтверждению соответствия <https://www.rst.gov.ru/portal/gost> (проверено 27.06.2021)
3. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений <http://fundmetrology.ru/> (проверено 27.06.2021)
4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лабораторных занятий необходим компьютерный класс, имеющий 12 рабочих мест. Программное обеспечение ПЭВМ должно иметь операционную систему не ниже Windows 7, Microsoft Office 2003/2019.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки (специальности)*18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики*

Автор(ы): *доцент кафедры Прикладной математики, к. пед. н.*

*Шеметова Анастасия Дмитриевна*

Рецензент(ы): *доцент кафедры Прикладной математики А.Ф. Зубаиров*

*Заместитель главного метролога ФГУП ПО «Маяк» Д.В. Афанасенко*

Программа одобрена на заседании\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_