



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МИРЭА – Российский технологический университет»

**Общий факультет (Фрязино)**

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.  
Фрязино

\_\_\_\_\_ Макарова Л.А.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**  
**Основы инженерных систем**

Читающее подразделение	<b>базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники</b>
Направление	<b>11.03.04 Электроника и нанoeлектроника</b>
Направленность	<b>Проектирование и технология электронных приборов и устройств</b>
Квалификация	<b>бакалавр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>3 з.е.</b>

**Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам**

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
8	3	108	16	0	16	58	0,25	17,75	Зачет

Программу составил(и):

*канд. физ.-мат. наук, доцент, Лобанова Александра Валериановна* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Основы инженерных систем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Борисов Александр Анатольевич \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

**базовая кафедра № 137 - электроники и микроэлектроники**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
Подпись

Расшифровка подписи

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Основы инженерных систем» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Общая трудоемкость:	3 з.е. (108 акад. час.).

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

**ПК-2** - Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и наноэлектроники

**ПК-1** - Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и наноэлектроники

### ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**ПК-2** : Способен проводить измерения параметров и испытания материалов, устройств и систем микро- и наноэлектроники

**ПК-2.1** : Проводит аттестацию чистых производственных помещений и инженерных систем, модернизирует существующие и внедряет новые методы и процессы для модификации свойств наноматериалов и наноструктур

#### **Знать:**

- Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений
- Требования законодательства Российской Федерации, стандартов, санитарных норм и правил в области проектирования и строительства чистых помещений и инженерных инфраструктур
- Принципы работы инженерных систем и технологического оборудования
- Необходимый набор параметров чистого производственного помещения для определения его класса чистоты и приборов для их измерения
- Методика расчета параметров чистых производственных помещений
- Возможности и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях
- Руководства по эксплуатации измерительного оборудования
- Принципы работы инженерных систем
- Методика контроля параметров чистых производственных помещений
- Последовательность и порядок проведения измерений при аттестации чистого производственного помещения на соответствие классу чистоты
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области

проектирования и строительства чистых помещений

- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Нормы расходования материалов в инженерных системах
- Методика диагностики инженерных систем

**Уметь:**

- Производить анализ проектной документации
- Производить измерения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Методы определения застойных зон в чистых производственных помещениях
- Анализировать параметры чистых производственных помещений и инженерных систем и определять причины их отклонения от проектных норм
- Составлять протоколы проверок, измерений и испытаний, итоговый отчет с заключением о соответствии чистых производственных помещений требуемому классу чистоты, а также общим заявленным технологическим параметрам
- Составлять и оформлять техническое задание
- Работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией
- Проводить контроль воздухопроницаемости ограждающих конструкций чистых производственных помещений
- Производить измерения параметров чистого производственного помещения
- Производить измерение времени восстановления состояния чистого помещения
- Производить проверку соответствия инженерных систем нормам электро- и пожаробезопасности
- Читать и анализировать специальную литературу по проектным решениям для чистых производственных помещений на английском языке
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Производить измерения параметров чистого помещения
- Составлять отчет-заключение о параметрах оснащенных чистых производственных помещений и их соответствии проектным нормам

**Владеть:**

- Проверка построенного чистого производственного помещения на соответствие проектной документации
- Измерение параметров оснащенных чистых производственных помещений и инженерных систем и проверка на соответствие проектным нормам и требуемому классу чистоты
- Формирование отчета-заключения о параметрах оснащенных чистых производственных помещений и их соответствии проектным решениям и требуемому классу чистоты
- Изучение проектной документации на чистое помещение, сбор исходных данных для проведения аттестации
- Поиск источников аэрозольных загрязнений в чистых производственных помещениях
- Измерение параметров в чистых производственных помещениях и инженерных системах и проверка их соответствия проектным нормам и требуемому классу чистоты при функционирующем технологическом оборудовании и работающем персонале
- Формирование отчета-заключения о параметрах производственных помещений и соответствии проектным решениям и требуемому классу чистоты при полностью функционирующем технологическом оборудовании и работающем персонале
- Контроль наличия застойных зон в чистых производственных помещениях
- Проведение повторных аттестаций чистого помещения на соответствие классу чистоты, составление графика повторных аттестаций
- Выдача рекомендаций по модификации чистых помещений и инженерных систем

- Составление планов развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Проверка инженерных систем на соответствие нормам электро- и пожаробезопасности
- Разработка технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Проверка расположения инженерных систем и их соответствия проектной документации
- Проверка оборудования инженерных систем и материалов на соответствие проектной документации
- Проведение работ по выявлению причин, приводящих к отклонению параметров чистых производственных помещений от проектных решений
- Формирование отчета-заключения о соответствии параметров построенных чистых производственных помещений проектным решениям и требуемому классу чистоты
- Проверка правильности размещения технологического оборудования и его соответствия проектной документации
- Проверка правильности подключения технологического оборудования, расположенного в чистых производственных помещениях
- Диагностика инженерных систем чистых производственных помещений

### **ПК-1 : Способен моделировать и разрабатывать комплекты конструкторской и технической документации на устройства и системы микро- и нанoeлектроники**

#### **ПК-1.1 : Разрабатывает проектные решения для чистых производственных помещений и других инженерных систем, используемых для производства электронных устройств и систем микро- и нанoeлектроники**

##### **Знать:**

- Возможности и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях
- Регламент контроля чистых производственных помещений и инженерных систем, нормативные документы и стандарты по чистым производственным помещениям
- Регламент на поверку и калибровку приборов контроля параметров чистых производственных помещений
- Современные типы оборудования для проведения испытаний
- Сроки службы расходных материалов в инженерных системах
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Типы и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области проектирования и строительства чистых помещений
- Требования охраны труда и пожарной безопасности
- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Методики расчета параметров чистых производственных помещений
- Методы испытаний чистых помещений и связанных с ними контролируемых сред
- Методы статистического анализа
- Основы гидро- и газодинамики
- Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений
- Принципы работы инженерных систем
- Программы статистического анализа

##### **Уметь:**

- Анализировать отклонения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем от проектных норм и определять их причины
- Формировать техническое задание на проведение работ сторонними исполнителями
- Читать и анализировать специальную литературу по проектным решениям для чистых производственных помещений на английском языке
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Производить измерения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Производить монтаж инженерных систем и прокладку инженерных коммуникаций
- Производить расчет параметров чистых производственных помещений
- Производить расчет срока службы расходных материалов в инженерных системах
- Работать на персональном компьютере на уровне пользователя
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией

#### **Владеть:**

- Анализ контролируемых параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Первоначальное определение значений уровней тревоги и действия, а также их последующая корректировка
- Проведение работ по адаптации проектных решений
- Проведение работ по выявлению причин, приводящих к отклонению параметров чистых производственных помещений от проектных решений
- Расчет и оценка времени службы расходных материалов в инженерных системах
- Составление и согласование регламента технического обслуживания и замены расходных материалов в инженерных системах
- Составление прогноза по параметрам чистых производственных помещений и инженерных систем
- Составление протоколов проверок, измерений и испытаний
- Составление технического задания и поиск подрядчиков в случае невозможности самостоятельной адаптации проектных решений
- Формирование заявки на приобретение расходных материалов
- Формирование отчета по параметрам чистых производственных помещений и инженерных систем, их динамике и соответствию требуемым нормам
- Анализ контролируемых параметров чистых производственных помещений и инженерных систем и выявление трендов
- Формирование предложения по адаптации проектных решений и их пересогласование
- Анализ необходимости и возможности адаптации проектных решений согласно требованию нормативных документов и с учетом текущего и будущего парка технологического оборудования, а также объемов производства
- Документирование результатов контроля параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Контроль за уборкой и очисткой чистых производственных помещений
- Контроль параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Контроль соблюдения правил работы внутри чистого производственного помещения
- Организация записи и хранения результатов измерений параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Организация калибровки и поверки приборов контроля параметров чистых производственных помещений

**В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**

**Знать:**

- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области проектирования и строительства чистых помещений
- Последовательность и порядок проведения измерений при аттестации чистого производственного помещения на соответствие классу чистоты
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений
- Требования охраны труда и пожарной безопасности
- Методика контроля параметров чистых производственных помещений
- Принципы работы инженерных систем
- Методика расчета параметров чистых производственных помещений
- Необходимый набор параметров чистого производственного помещения для определения его класса чистоты и приборов для их измерения
- Руководства по эксплуатации измерительного оборудования
- Возможности и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях
- Методика диагностики инженерных систем
- Нормы расходования материалов в инженерных системах
- Принципы работы инженерных систем и технологического оборудования
- Требования законодательства Российской Федерации, стандартов, санитарных норм и правил в области проектирования и строительства чистых помещений и инженерных инфраструктур
- Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области проектирования и строительства чистых помещений
- Регламент на поверку и калибровку приборов контроля параметров чистых производственных помещений
- Регламент контроля чистых производственных помещений и инженерных систем, нормативные документы и стандарты по чистым производственным помещениям
- Программы статистического анализа
- Современные типы оборудования для проведения испытаний
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений
- Сроки службы расходных материалов в инженерных системах
- Принципы работы инженерных систем
- Методики расчета параметров чистых производственных помещений
- Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем
- Возможности и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях
- Методы испытаний чистых помещений и связанных с ними контролируемых сред
- Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений
- Основы гидро- и газодинамики
- Методы статистического анализа
- Типы и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях

**Уметь:**



- Анализировать отклонения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем от проектных норм и определять их причины
- Пользоваться методами сбора данных, изучения, анализа и обобщения научно-технической информации
- Производить анализ проектной документации
- Производить измерения параметров чистого производственного помещения
- Производить измерения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Работать на персональном компьютере на уровне пользователя
- Работать на персональном компьютере на уровне уверенного пользователя, владеющего специализированным программным обеспечением
- Производить расчет срока службы расходных материалов в инженерных системах
- Производить монтаж инженерных систем и прокладку инженерных коммуникаций
- Производить расчет параметров чистых производственных помещений
- Производить измерение времени восстановления состояния чистого помещения
- Анализировать параметры чистых производственных помещений и инженерных систем и определять причины их отклонения от проектных норм
- Методы определения застойных зон в чистых производственных помещениях
- Составлять протоколы проверок, измерений и испытаний, итоговый отчет с заключением о соответствии чистых производственных помещений требуемому классу чистоты, а также общим заявленным технологическим параметрам
- Работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией
- Составлять и оформлять техническое задание
- Производить измерения параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Читать и анализировать специальную литературу по проектным решениям для чистых производственных помещений на английском языке
- Производить проверку соответствия инженерных систем нормам электро- и пожаробезопасности
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Составлять отчет-заключение о параметрах оснащенных чистых производственных помещений и их соответствии проектным нормам
- Производить измерения параметров чистого помещения
- Читать и анализировать специальную литературу по проектным решениям для чистых производственных помещений на английском языке
- Проводить контроль воздухопроницаемости ограждающих конструкций чистых производственных помещений
- Работать с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией
- Формировать техническое задание на проведение работ сторонними исполнителями

#### **Владеть:**

- Формирование отчета-заключения о параметрах производственных помещений и соответствии проектным решениям и требуемому классу чистоты при полностью функционирующем технологическом оборудовании и работающем персонале
- Измерение параметров в чистых производственных помещениях и инженерных системах и проверка их соответствия проектным нормам и требуемому классу чистоты при функционирующем технологическом оборудовании и работающем персонале
- Изучение проектной документации на чистое помещение, сбор исходных данных для проведения аттестации
- Поиск источников аэрозольных загрязнений в чистых производственных помещениях
- Контроль наличия застойных зон в чистых производственных помещениях

- Разработка технического задания на проведение работ по модернизации оборудования и обеспечению новых методов модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Диагностика инженерных систем чистых производственных помещений
- Составление планов развития подразделений по повышению качества и производительности методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур
- Проведение повторных аттестаций чистого помещения на соответствие классу чистоты, составление графика повторных аттестаций
- Выдача рекомендаций по модификации чистых помещений и инженерных систем
- Проведение работ по выявлению причин, приводящих к отклонению параметров чистых производственных помещений от проектных решений
- Формирование отчета-заключения о соответствии параметров построенных чистых производственных помещений проектным решениям и требуемому классу чистоты
- Проверка оборудования инженерных систем и материалов на соответствие проектной документации
- Проверка инженерных систем на соответствие нормам электро- и пожаробезопасности
- Проверка расположения инженерных систем и их соответствия проектной документации
- Измерение параметров оснащенных чистых производственных помещений и инженерных систем и проверка на соответствие проектным нормам и требуемому классу чистоты
- Формирование отчета-заключения о параметрах оснащенных чистых производственных помещений и их соответствии проектным решениям и требуемому классу чистоты
- Проверка построенного чистого производственного помещения на соответствие проектной документации
- Проверка правильности размещения технологического оборудования и его соответствия проектной документации
- Проверка правильности подключения технологического оборудования, расположенного в чистых производственных помещениях
- Проведение работ по адаптации проектных решений
- Первоначальное определение значений уровней тревоги и действия, а также их последующая корректировка
- Проведение работ по выявлению причин, приводящих к отклонению параметров чистых производственных помещений от проектных решений
- Составление и согласование регламента технического обслуживания и замены расходных материалов в инженерных системах
- Расчет и оценка времени службы расходных материалов в инженерных системах
- Контроль параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Контроль за уборкой и очисткой чистых производственных помещений
- Контроль соблюдения правил работы внутри чистого производственного помещения
- Организация калибровки и поверки приборов контроля параметров чистых производственных помещений
- Организация записи и хранения результатов измерений параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Анализ необходимости и возможности адаптации проектных решений согласно требованию нормативных документов и с учетом текущего и будущего парка технологического оборудования, а также объемов производства
- Формирование предложения по адаптации проектных решений и их пересогласование
- Анализ контролируемых параметров чистых производственных помещений и инженерных систем и выявление трендов
- Документирование результатов контроля параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Анализ контролируемых параметров чистых производственных помещений и инженерных систем
- Составление протоколов проверок, измерений и испытаний

- Составление прогноза по параметрам чистых производственных помещений и инженерных систем
- Составление технического задания и поиск подрядчиков в случае невозможности самостоятельной адаптации проектных решений
- Формирование отчета по параметрам чистых производственных помещений и инженерных систем, их динамике и соответствию требуемым нормам
- Формирование заявки на приобретение расходных материалов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
<b>1. Введение в понятие «Чистые производственные помещения». Стандарты по чистым</b>				
1.1	<b>Чистые производственные помещения. (Лек).</b> Основные понятия. Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений. Требования законодательства Российской Федерации, стандартов, санитарных норм и правил в области проектирования и строительства чистых помещений и инженерных инфраструктур. Принципы работы инженерных систем и технологического оборудования. Классификация чистых производственных помещений. Классы чистых производственных помещений. Источники микрозагрязнений. Типы чистых производственных помещений и зон. Области применения чистых производственных помещений. Чтение и анализ специальной литературы по проектным решениям для чистых производственных помещений, в том числе, и на английском языке.	8	2	ПК-2.1, ПК-1.1
1.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Работа с научно-технической литературой, блок-схемами, электрическими схемами, планировками помещений, проектной документацией.	8	2	ПК-2.1
1.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-2.1
1.4	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-2.1

1.5	<b>Регулирующие документы и методы, используемые в чистых производственных помещениях (Лек).</b> Первые стандарты по чистым производственным помещениям. Виды стандартов. Стандарты ISO по чистым производственным помещениям. Требования законодательства Российской Федерации, технических регламентов, сводов правил, стандартов, санитарных правил и норм, гигиенических нормативов в области проектирования и строительства чистых помещений. Анализ параметров чистых производственных помещений и инженерных систем и определение причины их отклонения от проектных норм.	8	2	ПК-2.1, ПК-1.1
1.6	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение задач на расчет классификации ISO, используя максимально допустимую концентрацию частиц, рассматриваемый размер частиц в мкм.	8	2	ПК-2.1
1.7	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-2.1
1.8	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-2.1
<b>2. Конструкции и материалы в чистых производственных помещениях, Методы</b>				
2.1	<b>Методы обеспечения чистоты в чистых производственных помещениях. Конструктивные и планировочные решения чистых производственных помещений (Лек).</b> Принципы разделения зон с различными классами чистоты. Потoki воздуха. Баланс воздухообмена. Основы гидро- и газодинамики. Конструктивные и планировочные решения чистых производственных помещений. (Лек.) Автономные чистые зоны. Автономные устройства очистки воздуха. Технический английский язык в области проектирования, строительства и эксплуатации чистых производственных помещений. Автономные чистые зоны. Автономные устройства очистки воздуха. Современные типы оборудования для проведения испытаний.	8	2	ПК-1.1
2.2	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Выполнение перевода статьи по чистым производственным помещениям.	8	2	ПК-2.1
2.3	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-2.1
2.4	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-2.1

2.5	<b>Фильтрация воздуха. Системы подготовки воздуха. Подготовка воды. Транспортировка газов (Лек).</b> Высокоэффективная фильтрация воздуха в чистых производственных помещениях. Системы подготовки воздуха для чистых производственных помещений. Типы и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях. Производство и транспортировка газов высокой чистоты в микро- и нанoeлектронных производствах. Проектирование систем сверхчистой воды для микро- и нанoeлектронных производств. Методика расчета параметров чистых производственных помещений	8	2	ПК-1.1
2.6	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение задач на нахождение максимально допустимой концентрации частиц в воздухе. Методы статистического анализа. Решение задач на нахождение среднего размера порогового размера частиц.	8	2	ПК-1.1
2.7	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-1.1
2.8	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-1.1
2.9	<b>Конструкции и материалы чистых производственных помещений (Лек).</b> Характеристики конструкционных материалов и поверхностей для чистых производственных помещений. Материалы, используемые в строительстве чистых производственных помещений и инженерных систем. Нормы расходования материалов в инженерных системах. Сроки службы расходных материалов в инженерных системах Анализ параметров чистых производственных помещений и инженерных систем и определение причин их отклонения от проектных норм. Элементы чистых производственных помещений с легкоочищаемыми и малоизнашивающимися поверхностями. Возможности и технические характеристики оборудования, расположенного в чистых помещениях Конструкции и материалы, допустимые для использования в чистых производственных помещениях.	8	2	ПК-1.1
2.10	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение задач на нахождение времени восстановления характеристик чистого помещения	8	2	ПК-2.1
2.11	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-2.1
2.12	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-2.1

<b>3. Эксплуатация чистых производственных помещений Контроль параметров и приборы</b>				
<b>3.1</b>	<b>Аттестация чистых производственных помещений (Лек).</b> Этапы и содержание аттестации чистых производственных помещений. Составление отчета, заключения о параметрах оснащенных чистых производственных помещений и их соответствии проектным нормам. Программы испытаний чистых производственных помещений. Методика диагностики инженерных систем. Паспорт чистого производственного помещения. Проверка соответствия инженерных систем нормам электро- и пожаробезопасности. Составление протоколов проверок, измерений и испытаний, итоговый отчет с заключением о соответствии чистых производственных помещений требуемому классу чистоты, а также общим заявленным технологическим параметрам. Контроль параметров чистых производственных помещений. Методика контроля параметров чистых производственных помещений. Оценка соответствия классу чистоты. Методы контроля чистых производственных помещений. Контроль параметров чистых производственных помещений. Контроль проникновения загрязнений внутрь чистого производственного помещения.	8	2	ПК-1.1, ПК-2.1
<b>3.2</b>	<b>Выполнение практических заданий (Пр).</b> Решение задач на определение класса чистоты помещения.	8	2	ПК-2.1
<b>3.3</b>	<b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b> Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем	8	3,625	ПК-2.1
<b>3.4</b>	<b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b> Изучение и повторение изученного материала	8	3,625	ПК-2.1

3.5	<p><b>Эксплуатация чистых производственных помещений. Поведение персонала в чистых производственных помещениях (Лек).</b>          Требования к персоналу в чистых производственных помещениях.          Одежда для чистых производственных помещений.          Поведение персонала в чистых производственных помещениях. Сроки службы расходных материалов в инженерных системах. Уборка чистых производственных помещений.          Проектирование и монтаж чистых производственных помещений. Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений          Планировочные решения чистых производственных помещений. Системы вентиляции и кондиционирования. Автоматизация управления параметрами окружающей среды в чистых производственных помещениях. Монтаж чистых производственных помещений.</p>	8	2	ПК-2.1, ПК-1.1
3.6	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Решение задач на нахождение счетной концентрации частиц на поверхностях.</p>	8	2	ПК-2.1
3.7	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем</p>	8	3,625	ПК-2.1
3.8	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Изучение и повторение изученного материала</p>	8	3,625	ПК-2.1
3.9	<p><b>Чистые производственные помещения для микро- и наноэлектронных производств (Лек).</b>          Правила проектирования чистых производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств. Особенности проектирования чистых производственных помещений для микро- и наноэлектронных производств. Основы технологии строительства и обслуживания чистых производственных помещений.          Чистота технологических сред в чистых производственных помещениях для микро- и наноэлектронных производств. Анализ контролируемых параметров чистых производственных помещений и инженерных систем и выявление трендов.</p>	8	2	ПК-1.1
3.10	<p><b>Выполнение практических заданий (Пр).</b>          Оформление технического задания.</p>	8	2	ПК-2.1
3.11	<p><b>Выполнение домашнего задания (Ср).</b>          Выполнение домашнего задания по вариантам, выданным преподавателем.</p>	8	3,625	ПК-2.1
3.12	<p><b>Подготовка к аудиторным занятиям (Ср).</b>          Изучение и повторение изученного материала</p>	8	3,625	ПК-2.1

<b>4. Промежуточная аттестация (зачёт)</b>				
<b>4.1</b>	<b>Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Зачёт).</b>	8	17,75	ПК-2.1, ПК-1.1
<b>4.2</b>	<b>Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).</b>	8	0,25	ПК-2.1, ПК-1.1

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **5.1. Перечень компетенций**

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Основы инженерных систем», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

### **5.2. Типовые контрольные вопросы и задания**

1. Как называется воздух, выходящий из помещения через систему принудительной вентиляции?
2. Какое значение составляют отклонения по вертикали, допустимые при высококачественной штукатурке?
3. Какую скорость имеет воздушный поток в чистом помещении с однонаправленным потоком воздуха?
4. Какой параметр ТМК из перечисленных не является основным?
5. Каким стандартом осуществляется контроль целостности установленных фильтров?
6. Заполните пропуск в тексте: «Линейная защита используется там, где необходим \_\_\_\_\_»
7. Как называется воздух, подаваемый в помещение системой вентиляции и кондиционирования?
8. Каким стандартом контролируется визуализация воздушных потоков?
9. В каком диапазоне лежит значение порогового размера частиц?
10. Заполните пропуск в тексте: «Для защиты от электростатического разряда компоненты чистого помещения должны быть изготовлены из материалов, обладающих сопротивлением утечки на землю \_\_\_\_\_»
11. Какой стандарт вышел на смену Федеральному стандарту 209Е, который был отменен в 2001 году?
12. Во сколько раз проникновение воздуха через ткань при перепаде давления 500 Па будет больше, чем при 100 Па? (для абсолютно новой одежды)
13. На сколько частей разделен Британский стандарт BS 5295?
14. В чистом помещении, какого класса используется неоднонаправленный поток воздуха?
15. Какая температура поддерживается при производстве микросхем в чистых помещениях?
16. Какой число выделяемых частиц при ходьбе 3,2 км/ч соответствует типу одежды – комбинезон?
17. Заполните пропуск в тексте: «Фильтры с глубокими гофрами чаще всего используются в обычных системах вентиляции, обеспечивающих скорость воздуха в пределах \_\_\_\_\_».
18. Заполните пропуск в тексте: «Принцип вытесняющего потока состоит в предотвращении обратного потока воздуха за счет создания низкотурбулентного потока воздуха со скоростью более \_\_\_\_\_».
19. С какой эффективностью по частицам должны использоваться ULPA- фильтры в чистых помещениях класса ИСО 3 или более высокого уровня чистоты?
20. Теоретический предел электросопротивления не равен бесконечности, так как молекула воды слабополярна. Какое значение в действительности он имеет?
21. Заполните пропуск в тексте: «Если число точек проб находится в пределах от 2 до 9 (включительно), то стандарт ИСО 14644-1 требует \_\_\_\_\_»
22. Как называется атмосферный воздух, забираемый системой вентиляции и кондиционирования для подачи в обслуживаемое помещение?
23. В чистом помещении какого класса используется неоднонаправленный поток воздуха?
24. Заполните пропуск в тексте: «Минимальное число точек отбора проб пропорционально \_\_\_\_\_»



площади чистого помещения по закону \_\_\_\_\_»

25. Заполните пропуск в тексте: «При 50 стирках удержание частиц размером 0,3 мкм составляет \_\_\_\_\_»

26. В каких пределах требуется непрерывно поддерживать влажность в производственных помещениях?

27. К какой группе материалов относятся эпоксидные эмали?

28. В каком стандарте даны общие требования к проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию чистых помещений?

29. Заполните пропуск в тексте: «Высокочастотная деионизованная вода имеет сопротивление более \_\_\_\_\_».

30. Какое значение не должна превышать влажность отштукатуренной поверхности?

31. Каким стандартом контролируется время восстановления?

32. В какой стране был разработан стандарт VDI 2083?

33. В каком ГОСТе прописаны методы контроля концентрации аэрозольных частиц?

34. Какая средняя скорость однонаправленного потока наблюдается в помещениях класса 5 ИСО?

35. Какой процент микрозагрязнений в среднем приходится на человека в чистом помещении?

36. На каком уравнении основана классификация ISO?

37. Для каких классов чистоты используют кирпичные и бетонные стены с высококачественной отделкой?

38. К какой группе материалов относятся перхлорвиниловые эмали?

39. Какое значение составляет проникновение воздуха через ткань при перепаде давления в 100 Па для абсолютно новой одежды?

40. В каком стандарте приведен перечень факторов риска?

41. Как рассчитывается срок эксплуатации комплекта одежды для чистых производственных помещений?

42. Какой ГОСТ устанавливает сроки службы одежды для чистых производственных помещений?

43. Какой Международный стандарт (ИСО 14644-4) регулирует поверку приборов контроля параметров в чистых производственных помещениях?

44. Как связаны между собой расход воздуха и кратность воздухообмена? Приведите формулу для расчета.

45. Как определяется расход воздуха? Приведите формулу для расчета.

46. Максимально допустимая концентрация частиц в воздухе  $C_n$ , т.е. число частиц с размерами, равными или большими заданного порогового размера частиц  $D$ , в 1 м<sup>3</sup> воздуха для данного класса чистоты определяется по формуле: .

47. По какой формуле определяется минимальный объем отдельной пробы  $V_s$  (л) для наибольшего из заданных пороговых размеров частиц в каждой точке отбора проб?

48. Как рассчитать максимально допустимую концентрацию частиц в воздухе?

49. Как рассчитать минимальное число точек отбора проб?

50. Приведите примеры этапов аттестации по ГОСТ Р ИСО 14644-4.

### 5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-

консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

## **6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

## **6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.3.1. Основная литература**

1. Вокин Г. Г. Основы методологии системного анализа и исследовательского синтеза оптимально-устойчивых систем управления ракетно-космических объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, аспирантов и инженеров, специализирующихся в области систем управления ракетно-космических объектов. - Королёв: МГОТУ, 2019. - 60 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/140932>
2. Горохов А. В. Основы системного анализа [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 140 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/454041>
3. Осечкина Т. А. Основы системного анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2020. - 92 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159311>
4. Акимова Л. М. Основы системной инженерии [Электронный ресурс]:. - Москва: РТУ МИРЭА, 2020. - 17 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/163808>
5. Попков А. Г. Строительство инженерных систем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Москва: МИСИ – МГСУ, 2020. - 45 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/145098>

## **6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. База данных Web of Science  
<http://www.webofknowledge.com>
2. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями  
<https://www.researchgate.net>
3. Электроника НТБ - научно-технический журнал  
<http://www.electronics.ru>
4. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

## **6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по

графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:  
приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;  
до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;  
в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;  
в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;  
на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

## **6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

