





|  |
| --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Целью преподавания дисциплины является освоение студентами нового подхода к оценке надежности технических объектов на основе структурно-энергетической теории разрушения материалов и овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.04.02 Технологические машины и оборудование.  |
|  |  |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы**  |
| Дисциплина Основы физической теории надежности технических объектов входит в вариативную часть учебного плана образовательной программы. Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:  |
| Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения математики, физики, теории машин и механизмов, сопротивления материалов, теоретической механики, детали машин предыдущей ступени высшего образования (бакалавриат).  |
| Знания и умения, полученные обучающимися при изучении дисциплины, необходимы для изучения дисциплин: основы научных исследований, организация и планирование эксперимента, конструкция и расчет деталей и узлов аглодоменного и сталеплавильного оборудования, конструкция и расчет деталей и узлов прокатных станов, успешного прохождения ГИА.  |
| **3** **Компетенции** **обучающегося,** **формируемые** **в** **результате** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** **и** **планируемые** **результаты** **обучения**  |
| В результате освоения дисциплины (модуля) «Основы физической теории надежности технических объектов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:  |
| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
| ОК-2 способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения |
| Знать | Комплексную методику анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Уметь | Использовать комплексную методику анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Владеть | Практическими навыками анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов |
| ОК-3 способностью критически оценивать освоенные теории и концепции, переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности |
| Знать | Комплексный подход к критической оценке освоенной теории расчетной оценки срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Уметь | Использовать комплексный подход к критической оценке срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Владеть | Практическими навыками критической оценки срока службы и ресурса машин и механизмов |

|  |
| --- |
| ОК-5 способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности |
| Знать | Комплексный подход к самостоятельному применению методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов |
| Уметь | Использовать комплексный подход к самостоятельному применению методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов |
| Владеть | Практическими навыками применения методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов |
| ПК-19 способностью организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов |
| Знать | Комплексный подход к организации и проведению научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Уметь | Использовать комплексный подход к организации и проведению научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов |
| Владеть | Практическими навыками организации и проведения научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов |
| ПК-24 способностью составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений |
| Знать | Комплексный подход к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса |
| Уметь | Использовать комплексный подход к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса |
| Владеть | Практическими навыками составления описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)**  |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе: – контактная работа – 35,9 акад. часов: – аудиторная – 32 акад. часов; – внеаудиторная – 3,9 акад. часов – самостоятельная работа – 36,4 акад. часов; – подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа Форма аттестации - экзамен  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр  | Аудиторная контактная работа (в акад. часах)  | Самостоятельная работа студента  | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации  | Код компетенции  |
| Лек.  | лаб. зан.  | практ. зан.  |
| 1.  |  |
| 1.1 Основные понятия технической диагностики и физической теории надежности технических объектов.  | 1  | 3  |  | 3  | 6  | Самостоятельное изучение учебной, научной и методической литературы | устный опрос (собеседо-вание) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.2 Общая концепция проектной оценки показателей безотказности и долговечно-сти нагруженных деталей и узлов машин  | 3  |  | 3  | 6,4  | Самостоятельное изучение учебной, научной и методиче-ской литературы | – устный опрос (собесе-дование) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.3 Методика аналитического расчета вероятности безотказной работы и ресурса деталей машин.  | 3  |  | 3  | 6  | Самостоятельное изучение учебной, научной и методиче-ской литературы | – устный опрос (собесе-дование) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.4 Теоретические основы проектного расчета надежности нагруженных элементов по различным критериям работоспособности  | 3  |  | 3  | 6  | Самостоятельное изучение учебной, научной и методиче-ской литературы | устный опрос (собеседо-вание) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.5 Теоретические основы проектного расчета надежности нагруженных элементов по различным критериям работоспособности  | 2  |  | 2  | 6  | Самостоятельное изучение учебной, научной и методиче-ской литературы | устный опрос (собеседо-вание) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.6 Расчет показателей надежности техни-ческих объектов по критерию кинетиче-ской прочности  | 2  |  | 2  | 6  | - Самостоятельное изучение учебной, научной и методической литературы-Подготовка к практическому занятию | устный опрос (собеседо-вание) -экзамен  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| 1.7 Экзамен  |  |  |  |  |  |  | ОК-2, ОК-3, ОК-5, ПК-19, ПК-24  |
| Итого по разделу  | 16  |  | 16  | 36,4  |  |  |  |
| Итого за семестр  | 16  |  | 16  | 36,4  |  | экзамен  |  |
| Итого по дисциплине  | 16 |  | 16 | 36,4 |  | экзамен | ОК-2,ОК- 3,ОК-5,ПК- 19,ПК-24 |

|  |
| --- |
| **5** **Образовательные** **технологии**  |
|  |
| Лекции проходят в традиционной форме. Теоретический материал на лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы. Практические занятия проводятся в традиционной и проблемной формах с использованием методик, изложенных в соответствующей методической литературе и параллельным решением исследовательских проблемных задач по повышению надежности деталей машин.  |
|  |
| **6** **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся**  |
| Представлено в приложении 1.  |
|  |
| **7** **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации**  |
| Представлены в приложении 2.  |
|  |

**8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература:**

1. Основы диагностики и надежности технических объектов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. Г. Корчунов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ, [каф. МОМЗ]. - Магнитогорск, 2012. - 114 с. : ил., схемы, табл. - URL: [https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true](https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=521.pdf&show=dcatalogues/1/1092485/521.pdf&view=true%20) (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
2. Конструкции и расчет надежности деталей и узлов прокатных станов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов, В. А. Русанов ; МГТУ, [каф. общ. техн. дисц.]. - Магнитогорск, 2014. - 156 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=802.pdf&show=dcatalogues/1/1116023/802.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0534-4. - Имеется печатный аналог.

**Дополнительная литература:**

1. Горбатюк С.М., Каменев А.В., Глухов Л.М. Конструирование машин и оборудования металлургических производств. В 2 х томах [Электронный ресурс]: учебник. – Издательство «Лань» Электронно-библиотечная система, 2008. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/2077/#1> - Загл. с экрана.
2. Жиркин, Ю. В. Монтаж металлургических машин : практикум / Ю. В. Жиркин, А. В. Анцупов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 59 с. : ил., табл., схемы, эскизы, фот. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3633.pdf&show=dcatalogues/1/1524754/3633.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

**Методические указания:**

1. Анцупов, В. П. Изучение, расчет и исследование приводов прокатных станов : учебное пособие / В. П. Анцупов, А. В. Анцупов (мл.), А. В. Анцупов ; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 86 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=268.pdf&show=dcatalogues/1/1060892/268.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
2. Жиркин, Ю. В. Монтаж металлургических машин : практикум / Ю. В. Жиркин, А. В. Анцупов; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 59 с. : ил., табл., схемы, эскизы, фот. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3633.pdf&show=dcatalogues/1/1524754/3633.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог

|  |
| --- |
| **Программное** **обеспечение**  |
|  | Наименование ПО  | № договора  | Срок действия лицензии  |  |
|  | MS Windows 7 Professional(для классов)  | Д-1227-18 от 08.10.2018  | 11.10.2021  |  |
|  | MS Office 2007 Professional  | № 135 от 17.09.2007  | бессрочно  |  |
|  | 7Zip  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  | FAR Manager  | свободно распространяемое ПО  | бессрочно  |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы**  |
|  | Название курса  | Ссылка  |  |
|  | Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»  | <https://dlib.eastview.com/>  |  |
|  |  |
|  | Поисковая система Академия Google (Google Scholar)  | URL: <https://scholar.google.ru/>  |  |
|  | Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам  | URL: <http://window.edu.ru/>  |  |
|  | Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)  | URL: <https://elibrary.ru/project_risc.asp>  |  |

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория. Оснащение: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Аудитория 043. Оснащение: Машина трения СМТ-1, лабораторный прокатный стан.

Аудитория 308. Оснащение: Лабораторные установки: доменной печи, МНЛЗ, конусной дробилки, литейного крана, прокатного стана, сверлильной машины

Приложение 1. **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся**

Самостоятельное изучение учебной и научной литературы по темам разделов читаемой дисциплины заключается в освоении соответствующих разделов основной литературы.

Подготовка к практическим занятиям заключается в изучении теоретических разделов источника 1 методических указаний, оформлении отчетов по выполненным работам и к подготовке их к защите.

Промежуточная аттестация проходит в форме устного экзамена по билетам, содержащим 1 теоретический и 1 практический вопрос из следующего списка:

Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Основные термины и определения технической диагностики
2. Основные понятия теории надежности технических объектов
3. Общая концепция прогнозирования срока службы и ресурса технических объектов
4. Сформулировать этапы расчета срок службы и ресурс по заданному параметру состояния в аналитической форме.
5. Сформулировать этапы расчета срока службы и ресурса по критерию статической прочности.
6. Сформулировать этапы расчета срока службы и ресурса по критерию кинетической прочности.
7. Термодинамическое условие разрушения нагруженных деталей машин.
8. Сформулировать основные понятия теории надежности в математической и графической форме.
9. Сформулировать основные этапы общей концепции проектной оценки срока службы и ресурса деталей машин.
10. Кинетическая концепция разрушения твердых тел и физический смысл разрушения структуры материалов.
11. Основное кинетическое уравнение повреждаемости деталей машин.
12. Методика оценки срока службы и ресурса деталей машин по кинетическим критериям прочности.
13. Основные этапы (методология) проектной оценки срока службы и ресурса деталей машин.
14. Методика оценки срока службы и ресурса деталей машин по статическим критериям прочности.
15. Объяснить, почему при статическом подходе ресурс нагруженных элементов четко не определен.

Приложение 2 **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| способность к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения (ОК-2) |
| Знать | Комплексную методику анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов | Теоретические вопросы:1. Основные термины и определения технической диагностики
2. Основные понятия теории надежности технических объектов
3. Общая концепция прогнозирования срока службы и ресурса технических объектов
 |
| Уметь | Использовать комплексную методику анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному статическому растяжению.
2. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному статическому сдвигу.
3. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному статическому изгибу.
 |
| Владеть | Практическими навыками анализа, критического осмысления, систематизации и прогнозирования при постановке целей и выборе путей обеспечения срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Рассчитать срок службы и ресурс каната крана
2. Рассчитать срок службы и ресурс двутавровой балки
3. Рассчитать срок службы и ресурс консоли
 |
| способность критически оценивать освоенные теории и концепции, переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль своей профессиональной деятельности (ОК-3) |
| Знать | Комплексный подход к критической оценке освоенной теории расчетной оценки срока службы и ресурса машин и механизмов | Теоретические вопросы и задания:1. Сформулировать этапы расчета срок службы и ресурс по заданному параметру состояния в аналитической форме.
2. Сформулировать этапы расчета срока службы и ресурса по критерию статической прочности.
3. Сформулировать этапы расчета срока службы и ресурса по критерию кинетической прочности.
 |
| Уметь | Использовать комплексный подход к критической оценке срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Методика расчета срока службы и ресурса болтов крепления ведущей шестерни по критерию прочности
2. Методика расчета срока службы и ресурса универсальных шпинделей по критерию прочности
3. Методика расчета срока службы и ресурса подшипников качения по критерию прочности
 |
| Владеть | Практическими навыками критической оценки срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Рассчитать срок службы и ресурс болтов крепления ведущей шестерни редуктора
2. Рассчитать срок службы и ресурс универсальных шпинделей
3. Рассчитать срок службы и ресурс подшипников качения
 |
| способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5) |
| Знать | Комплексный подход к самостоятельному применению методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов | Теоретические вопросы и задания:1. Термодинамическое условие разрушения нагруженных деталей машин.
2. Сформулировать основные понятия теории надежности в математической и графической форме.
3. Сформулировать основные этапы общей концепции проектной оценки срока службы и ресурса деталей машин.
 |
| Уметь | Использовать комплексный подход к самостоятельному применению методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному циклическому сложному нагружению.
2. Методика расчета срока службы и ресурса зубчатых передач по критерию прочности
3. Методика расчета срока службы и ресурса опорных валков листовых станов по критерию прочности
 |
| Владеть | Практическими навыками применения методов и средств познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений теории надежности машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Рассчитать срок службы и ресурс корпуса редуктора
2. Рассчитать срок службы и ресурс зубчатого колеса редуктора
 |
| способность организовать и проводить научные исследования, связанные с разработкой проектов и программ, проводить работы по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ПК-19) |
| Знать | Комплексный подход к организации и проведению научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов | Теоретические вопросы и задания:1. Кинетическая концепция разрушения твердых тел и физический смысл разрушения структуры материалов.
2. Основное кинетическое уравнение повреждаемости деталей машин.
3. Методика оценки срока службы и ресурса деталей машин по кинетическим критериям прочности.
 |
| Уметь | Использовать комплексный подход к организации и проведению научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному циклическому изгибу.
2. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному циклическому кручению.
3. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному циклическому сдвигу
 |
| Владеть | Практическими навыками организации и проведения научных исследований, связанных с разработкой проектов и программ расчета срока службы и ресурса машин и механизмов | Практические вопросы и задания:1. Рассчитать срок службы и ресурс зубчатого колеса редуктора
2. Рассчитать срок службы и ресурс шпинделя
 |
| способность составлять описания принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений (ПК-24) |
| Знать | Комплексный подход к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса | Теоретические вопросы и задания:1. Основные этапы (методология) проектной оценки срока службы и ресурса деталей машин.
2. Методика оценки срока службы и ресурса деталей машин по статическим критериям прочности.
3. Объяснить, почему при статическом подходе ресурс нагруженных элементов четко не определен.
 |
| Уметь | Использовать комплексный подход к составлению описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса | Практические вопросы и задания:1. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному статическому кручению.
2. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному статическому сложному нагружению.
3. Методика расчета срока службы и ресурса стержня, подверженному циклическому растяжению - сжатию.
 |
| Владеть | Практическими навыками составления описаний принципов действия и устройства проектируемых изделий и объектов с обоснованием принятых технических решений по обеспечению требуемого ресурса | Практические вопросы и задания:1. Рассчитать срок службы и ресурс тихоходного вала редуктора
2. Рассчитать срок службы и ресурс станины прокатного стана
3. Рассчитать срок службы и ресурс стойки станины
 |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «**отлично**» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. Обучающийся правильно и самостоятельно отвечает на поставленный в билете вопрос, способен ответить на дополнительные вопросы по общему содержанию дисциплины, показывает умение применять эти знания на практике

– на оценку «**хорошо**» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. Обучающийся правильно и самостоятельно отвечает на поставленный в билете вопрос, частично отвечает на дополнительные вопросы по общему содержанию дисциплины.

– на оценку «**удовлетворительно**» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. Обучающийся правильно отвечает на поставленный в билете вопрос только с помощью наводящих вопросов.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «**неудовлетворительно**» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.