Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт машиностроения и автомобильного транспорта

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
_____ А. И. Елкин
«30» 06 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«НАДЕЖНОСТЬ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ»

направление подготовки / специальность

13.04.03 – энергетическое машиностроение

направленность (профиль) подготовки

Двигатели внутреннего сгорания

г. Владимир

Год
2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Надежность поршневых двигателей» является

- ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории надежности;
- формирование научно обоснованного подхода к выбору основных показателей надежности;
- обучение умениям обеспечить требуемые качественные результаты при проектировании двигателей с заданными показателями надежности;
- научить правильно анализировать полученные результаты испытаний и выбирать оптимальные варианты по выбранным критериям;
- воспитании ответственности за правильное и рациональное оформления результатов расчета долговечности конструкции.

Задачи дисциплины:

- обучить студентов основополагающим закономерностям обработки результатов испытаний на надежность в энергетическом машиностроении;
- сформировать навыки наиболее оптимального метода проектирования деталей поршневых двигателей по выбранным критериям;
- сформировать у студентов навыки и умения по организации проведения обработки результатов испытаний, как в процессе обучения, так и в производственных условиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Надежность поршневых двигателей» относится к вариативной части дисциплин, формируемая участниками образовательных отношений и дисциплины по выбору.

Вариативная часть дает возможность расширения и углубления знаний, умений, навыков и компетенций, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания, навыки и компетенции для успешной профессиональной деятельности или обучения в аспирантуре.

Для успешного изучения курса студенты должны быть знакомы с основными положениями следующих дисциплин: «Теоретическая механика» (разделы: условия равновесия, динамика систем), «Механика материалов и конструкций» (разделы: напряженное и деформированное состояние, главные напряжения, расчеты на прочность при одноосном и сложном напряженных состояниях), «Математика» (разделы: дифференцирование и интегрирование, дифференциальные уравнения, матрицы, ряды, алгебра), «Численные методы расчета в энергомашиностроении» (разделы: изгиб тонких пластинок, метод сеток, понятие о вариационных методах расчета, метод конечных элементов), информатики (использование стандартных программ Microsoft Office Excel и др.) «Теория рабочих процесф сов поршневых двигателей», «Динамика двигателей», «Химмотология», «Конструирование двигателей».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций).

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции *(код, содержание индикатора*	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен участвовать в работах по расчету и конструированию деталей и узлов двигателя и энергетических установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-1.1. Знает, как разрабатывается проектная и техническая документация при выполнении эскизных, технических и рабочих проектов изделий, выбирать основные и вспомогательные материалы при проектировании двигателей. ПК-1.2. Умеет разрабатывать проектную и техническую документацию при выполнении эскизных, технических и рабочих проектов изделий, выбирать основные и вспомогательные материалы при проектировании двигателей. ПК-1.3. Владеет навыками проектирования при выполнении эскизных, технических и рабочих проектов изделий, выборе основных и вспомогательных материалов при проектировании двигателей.	Знает, как разрабатывается техническая документация при испытании поршневых двигателей на надежность. Умеет разрабатывать техническую документацию при испытании поршневых двигателей на надежность. Владеет навыками проведения испытаний на надежность поршневых двигателей на испытательных стендах	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет3 (три) зачетных единиц, 108 часов

Тематический план (форма обучения – очная)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость(в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах /%)	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)*, форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Основные понятия и термины, применяемые при расчете надежности поршневых двигателей. Общие понятия. Показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости.	3	1-2	2	2						

2	Комплексные показатели надежности. Выбор критериев отказов и предельных состояний. Вероятностные распределения, используемые при анализе и расчете надежности.	3	3-4	2	2					3/50	
3	Нарушение работоспособности ДВС. Причины нарушения работоспособности. Трение и смазка поверхностей. Виды и периоды изнашивания. Характерные отказы элементов конструкции ДВС.	3	5-6	2	2					3/50	
4	Испытание двигателей на надежность. Виды и методы испытаний. Обкатка (приработка) ДВС. Ускоренные испытания, определение износа и долговечности ДВС по результатам испытаний	3	7-8	2	2					3/50	Рейтинг- контроль №1
5	Анализ информации о надежности. Система сбора информации о надежности и ее обработка. Законы распределения отказов как случайных величин. Графический метод определения оценок параметров распределения.	3	9-10	2	2					3/50	
6	Проверка согласия опытного распределения с теоретическим. Определение доверительных границ.	3	11-12	2	2					3/50	Рейтинг- контрол ь №2
7	Обеспечение надежности в производстве. Системы управления надежностью. Конструктивные методы обеспечения надежности.	3	13-14	2	2					2/30	
8	Технологические методы обеспечения надежности. Влияние различных факторов на надежность ДВС. Влияние теплового состояния. Влияние дорожных и климатических условий. Влияние эксплуатационных материалов.	3	15-16	2	2					3/50	
9.	Техническое обслуживание и надежность. Техническое диагностирование ДВС. Ремонт и надежность. Прогнозирование надежности. Определение потребности в запасных частях.	3	17-18	2	2					2/30	
Всего за семестр				**18**	**18**			**36**		**25/46**	**Экзамен (36)**

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Основные понятия и термины

Содержание темы.

Основные понятия и термины, применяемые при расчете надежности поршневых двигателей. Общие понятия. Показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости.

Тема 2. Комплексные показатели надежности.

Содержание темы.

Выбор критериев отказов и предельных состояний. Вероятностные распределения, используемые при анализе и расчете надежности.

Тема 3. Нарушение работоспособности ДВС.

Содержание темы.

Причины нарушения работоспособности. Трение и смазка поверхностей. Виды и периоды изнашивания. Характерные отказы элементов конструкции ДВС.

Тема 4. Испытание двигателей на надежность.

Содержание темы.

Виды и методы испытаний. Обкатка (приработка) ДВС. Ускоренные испытания, определение износа и долговечности ДВС по результатам испытаний.

Тема 5. Анализ информации о надежности.

Содержание темы.

Система сбора информации о надежности и ее обработка. Законы распределения отказов как случайных величин. Графический метод определения оценок параметров распределения.

Тема 6. Проверка согласия опытного распределения с теоретическим.

Содержание темы.

Проверка согласия опытного распределения с теоретическим. Определение доверительных границ.

Тема 7. Обеспечение надежности в производстве.

Содержание темы.

Обеспечение надежности в производстве. Системы управления надежностью. Конструктивные методы обеспечения надежности.

Тема 8. Технологические методы обеспечения надежности.

Содержание темы.

Технологические методы обеспечения надежности. Влияние различных факторов на надежность ДВС. Влияние теплового состояния. Влияние дорожных и климатических условий. Влияние эксплуатационных материалов.

Тема 9. Техническое обслуживание и надежность.

Содержание темы.

Техническое обслуживание и надежность. Техническое диагностирование ДВС. Ремонт и надежность. Прогнозирование надежности. Определение потребности в запасных частях.

Содержание практических/лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1. Вероятностные распределения, используемые при анализе и расчете надежности.

Содержание практических занятий.

Построение графиков распределения случайных величин

Тема 2. Построение графиков распределения случайных величин.

Содержание практических занятий.

Построение графиков распределения случайных величин

Тема 3. Использование методов теории вероятности при решении задач.

Содержание практических занятий.

Определение времени безотказной работы.

Тема 4. Использование методов теории вероятности при решении задач.

Содержание практических занятий.

Определить интенсивность отказов изделия.

Тема 5. Использование методов теории вероятности при решении задач.

Содержание практических занятий.

Определение вероятности безотказной работы.

Тема 6. Определение доверительных границ.

Содержание практических занятий.

Определение доверительных границ.

Тема 7. Определение влияния конструктивных параметров на надежность.

Содержание практических занятий.

Определение доверительных границ.
Расчет влияния конструктивных параметров на надежность.
Тема 8. Ускоренные испытания.
Содержание практических занятий.
Определения граничных условий при назначении ускоренных испытаний.

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

1-й рейтинг-контроль

1. Основные термины и понятия, применяемые при расчете надежности машин
2. Показатели безотказности.
3. Показатели долговечности.
4. Показатели ремонтопригодности.
5. Показатели сохраняемости.
6. Комплексные показатели надежности
7. Выбор критериев отказов и предельных состояний
8. Вероятностные распределения, используемые в теории надежности.
9. Отказ и нарушение работоспособности.
10. Причины нарушения работоспособности
11. Как классифицируются отказы тракторных двигателей.

2-й рейтинг-контроль

1. Виды и периоды изнашивания.
2. Характерные отказы элементов конструкции ДВС.
3. Испытание двигателей на надежность.
4. Виды и методы испытаний.
5. Обкатка (приработка) ДВС.
6. Определение износа и долговечности ДВС по результатам испытаний.
7. Ускоренные испытания двигателей.
8. Ускоренные испытания деталей и узлов двигателей.
9. Анализ информации о надежности.
10. Система сбора информации о надежности и ее обработка.
11. Законы распределения отказов как случайных величин.

3-й рейтинг-контроль

1. Графический метод определения оценок параметров распределения.
2. Проверка согласия опытного распределения с теоретическим. Определение доверительных границ.
3. Обеспечение надежности в производстве.
4. Конструктивные методы обеспечения надежности.
5. Технологические методы обеспечения надежности.
6. Влияние различных факторов на надежность ДВС. Влияние режимов работы двигателя.
7. Влияние теплового состояния. Влияние дорожных и климатических условий.
8. Влияние эксплуатационных материалов.
9. Обеспечение надежности в эксплуатации. Техническое обслуживание и надежность.
10. Техническое диагностирование ДВС. Ремонт и надежность.

11. Прогнозирование надежности. Определение потребности в запасных частях.

*(***5.2. Промежуточная аттестация** по итогам освоения дисциплины – экзамен.

Контрольные вопросы к экзаменам

1. 1Основные термины и понятия, применяемые при расчете надежности машин
2. Показатели безотказности.
3. Показатели долговечности.
4. Показатели ремонтопригодности.
5. Показатели сохраняемости.
6. Комплексные показатели надежности
7. Выбор критериев отказов и предельных состояний
8. Вероятностные распределения, используемые в теории надежности.
9. Отказ и нарушение работоспособности.
10. Причины нарушения работоспособности
11. Как классифицируются отказы тракторных двигателей.
12. Виды и периоды изнашивания.
13. Характерные отказы элементов конструкции ДВС.
14. Испытание двигателей на надежность.
15. Виды и методы испытаний.
16. Обкатка (приработка) ДВС.
17. Определение износа и долговечности ДВС по результатам испытаний.
18. Ускоренные испытания двигателей.
19. Ускоренные испытания деталей и узлов двигателей.
20. Анализ информации о надежности.
21. Система сбора информации о надежности и ее обработка.
22. Законы распределения отказов как случайных величин.
23. Графический метод определения оценок параметров распределения.
24. Проверка согласия опытного распределения с теоретическим. Определение доверительных границ.
25. Обеспечение надежности в производстве.
26. Конструктивные методы обеспечения надежности.
27. Технологические методы обеспечения надежности.
28. Влияние различных факторов на надежность ДВС. Влияние режимов работы двигателя.
29. Влияние теплового состояния. Влияние дорожных и климатических условий.
30. Влияние эксплуатационных материалов.
31. Обеспечение надежности в эксплуатации. Техническое обслуживание и надежность.
32. Техническое диагностирование ДВС. Ремонт и надежность.
33. Прогнозирование надежности. Определение потребности в запасных частях.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Типовых задачи для проведение практических занятий и самостоятельной подготовки

Для подготовки студентов к самостоятельной работе в период выполнения магистерской диссертации при проведении практических занятий каждому студенту выдается индивидуальное задание, которое он должен выполнить самостоятельно. Одна из типовых задач решается совместно с преподавателем.

Примерные типы задач, выполняемые на практических занятиях и самостоятельно.

Задача 1

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение

с параметрами $t_{ср}$= 1 000 час и <5=200 час. Определить вероятность безотказной работы для наработки t=200 час; 1=400 час; 1=800 час.

Задача 2

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=4000 час и <5=300 час. Определить вероятность безотказной работы для наработки 1=1200 час; 1=1400 час; 1=1800 час.

Задача 3

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=6000 м час и ст=200 м час. Определить вероятность безотказной работы для наработки t=2000 м час; t=3400 м час; t=4800 м час.

Задача 4

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $1_{ср}$= 10000 м час и <5=2000 м час. Определить вероятность безотказной работы для наработки t=2000 м час; t=4000 м час; t=8000 м час.

Задача 5

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=l000 час и <5=200 час. Определить интенсивность отказов А, и построить график для наработки t=200 час; t=400 час; t=800 час.

Задача 6

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=4000 час и <5=300 час. Определить интенсивность отказов и построить график X для наработки t=2000 час; t=2400 час; t=2800 час.

Задача 7

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=6000 м час и <5=1000 м час. Определить интенсивность отказов и построить график А для наработки t=2000 м час; t=4000 м час; t=4800 м час.

Задача 8

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=4000 час и <5=300 час. Определить интенсивность отказов и построить график X для наработки t=2000 час; t=2400 час; t=2800 час.

Задача 9

Пусть наработка до отказа имеет нормальное распределение с параметрами $t_{ср}$=4000 час и а=300 час. Определить интенсивность отказов и построить график X для наработки t=2000 час; t=2400 час; t=2800 час.

Задача 10

Интенсивность отказов датчика давления масла подчиняется экспотенциальному закону распределения и равна л=$10^{'6}$1/км. пробега. Найти вероятность безотказной работы за 50 000 км пробега.

Задача 11

Интенсивность отказов лямбда-зонда подчиняется экспотенциальному закону распределения и равна X=$10^{‘6}$ 1/км. пробега. Найти вероятность безотказной работы за 80 000 км пробега.

Задача 12

Интенсивность отказов лямбда-зонда подчиняется экспотенциальному закону распределения и равна X=$10^{’6}$1/км. пробега. Найти вероятность отказа в промежутке наработки от 80 000 до 100 000 км пробега.

Задача 13

При испытаниях 100 невосстанавливаемых изделий в течение 10000 час получено 18 отказов. Найти интенсивность отказов и среднее время безотказной работы.

Задача 14

При испытаниях <1.00 невосстанавливаемых изделий в течение 1000 час получено 20 отказов. Найти интенсивность отказов и среднее время безотказной работы.

Задача 15

Средняя наработка изделия до отказа равна 10 000 м часов. Найти наработку $/_a$. отвечающую вероятности а=0,90

Задача 16

При испытаниях 100 невосстанавливаемых изделий в течение 8000 час получено 25 отказов. Найти интенсивность отказов и среднее время безотказной работы.

Задача 17

При испытаниях 100 невосстанавливаемых изделий в течение 12000 час получено 20 отказов. Найти интенсивность отказов и среднее время безотказной работы.

Задача 18

Средняя наработка изделия до отказа равна 10 000 м-часов. Найти наработку $/_a$. отвечающую вероятности а=0,90

Задача 19

Средняя наработка изделия до отказа равна 8 000 м-часов. Найти наработку $/_a$. отвечающую вероятности ос=0,80.

Задача 20

Средняя наработка изделия до отказа равна 10 000 м-часов. Найти наработку $/_a$. отвечающую вероятности а=0,90

Задача 21

Срок службы до списания двигателя R_a=400 тыс. км, а средний ресурс коленчатого вала R_H=420 тыс. км. со средним квадратическим отклонением <ц=125 тыс.км. Найти количество запасных коленчатых валов на 100 двигателей.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1.Теория надежности [Электронный ресурс]: Учебник для ВУЗов/ В.А. Островский.- М.: Абрис,2012. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200605.html1.	2012	да
2. Надежность механических систем: Учебник/ В.А.Зорин. М.: НИЦ ИНФРА-М,2015.- 380с.:60x90 1/16.-(Высшее образование) http://znanium.com/catalog. php?bookinfo=478990	2015	да
3. Основы теории надежности машин. Учебное пособие для ВУЗов/Ю.В.Баженов.- Москва: Форум:ИНФРА-М, 2014.-318с.	2014	да
Дополнительная литература		
1. Технологические методы обеспечения надежности деталей машин:учебник/И.М. Жарский [и др] .-Минск: Высш.шк., 2010,-336 с ил. www.bibliorossica.com.	2010	
2. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс] / Каштанов В.А., Медведев А.И. - 2-е изд., перераб. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010.	2010	

6.2. Периодические издания

Журналы: Двигателестроение, Тракторы и сельхозмашины.

6.3. Интернет-ресурсы

1. Программный комплекс «Diesel RK». Бесплатный удаленный доступ к системе **ДИ- ЗЕЛЬ-РК** http://www.diesel-rk.bmstu.ru/Rus/index.php?page=Vozmojnosti.
2. Онлайн-калькулятор. Надежность ДВС.

http://ru.onlinemschool.com/math/assistance/equation/gaus/
http://math.semestr.ru/gauss/gauss.php
http: *И* www.webmath.ru/web/progl3_l.php
http://matematikam.ru/solve-equations/sistema-gaus.php
http://www.math-pr.com/equations l.php;
http ://ru .onlinemschool .com/math/assistance/equation/matr/;
http://ru.numberempire.com/equationsolver.php.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, компьютерный класс, аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Практические работы проводятся в аудиториях 301-2 и 304-2.

Рабочую программу составил
профессор кафедры ТД и ЭУ,
д.т.н. А.Н. Гоц

Рецензент
(представитель работодателя) специалист по сертификации АО «Камешковский механический завод», Владимирская область, г. Камешково,
д.т.н. А.Р. Кульчицкий

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры тепловые двигатели и энергетические установки
Протокол № 1 от 30.08.2022 года
Заведующий кафедрой _____ А.Ю. Абаляев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.04.03 Энергетическое машиностроение
Протокол № 1 от 30.08.2022 года
Председатель комиссии,
д.т.н., профессор _____ А.Н. Гоц

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой_____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

НАИМЕНОВАНИЕ

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность: *наименование (указать уровень подготовки*)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____/ _____

Подпись *ФИО*