

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерно-технологического факультета

 С.Д. Шепелёв

03 сентября 2016 г.

Кафедра «Технология и организация технического сервиса»

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.06 НАДЁЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Специальность **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация **№3 «Технические средства агропромышленного комплекса»**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация – **инженер**

Форма обучения - **очная**

Рабочая программа дисциплины «Надёжность механических систем» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08.2016 г. № 1022. Рабочая программа предназначена для подготовки специалиста по специальности 23.05.01 **Наземные транспортно-технологические средства, специализация: Технические средства агропромышленного комплекса.**

—
Составители - кандидат технических наук, доцент А.В. Старунов

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры технологии и организации технического сервиса

« 1 » сентября 2016 г. (протокол № 1)

Зав. кафедрой технологии и организации
технического сервиса,
доктор технических наук, профессор

Н. Машрабов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

« 3 » сентября 2016 г. (протокол № 1)

Председатель методической комиссии,
кандидат технических наук, доцент

А.П. Зырянов

Директор научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций).....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы.....	6
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	6
4.	Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1.	Содержание дисциплины.....	6
4.2.	Содержание лекций.....	7
4.3.	Содержание практических занятий.....	8
4.4.	Содержание лабораторных занятий.....	8
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	8
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся дисциплине.....	9
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	9
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	9
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины.....	10
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	10
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	10
12.	Инновационные формы образовательных технологий.....	11
	Приложение №1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
	Лист регистрации изменений.....	25

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Инженер по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства должен быть подготовлен к научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и организационно-управленческой деятельности.

Цель дисциплины – сформировать систему научных и профессиональных знаний и навыков в области надежности машин и их элементов на стадиях их проектирования, изготовления и эксплуатации, необходимых для последующей работы специалиста, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

Задача дисциплины:

- сформировать знания по определению и обеспечению основных качественных и количественных показателей надежности машин и оборудования;
- выработать навыки практического применения современных методов и технологий для решения задач по обеспечению высокой готовности и надежности машин и оборудования при их проектировании, изготовлении и эксплуатации.

1.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ПК-3 - способность проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации.	Обучающийся должен знать методику испытаний технических систем и их элементов на надежность - (Б1.В.06-3.1).	Обучающийся должен уметь: организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их - (Б1.В.06-У.1).	Обучающийся должен владеть: навыками планирования испытаний машин на надежность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем - (Б1.В.06-Н.1).
ПСК-3.6 - способность разрабатывать конкретные конструктивные варианты технических средств АПК, решения проблем производства, их модернизации и ремонта, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные ре-	Обучающийся должен знать специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности - (Б1.В.06-3.2).	Обучающийся должен уметь: выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности - (Б1.В.06-У.2).	Обучающийся должен владеть методикой испытаний технических систем и их элементов на надежность с учетом подбора компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности прогнозирование показателей надежности проектируемых систем -

шения в условиях многокритериальности и неопределенности.			(Б1.В.06-Н.2).
ПСК-3.15 - способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования.	Обучающийся должен знать общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа - (Б1.В.06-3.3).	Обучающийся должен уметь формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надёжности технической системы в зависимости от её наработки - (Б1.В.06-У.3).	Обучающийся должен владеть методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы - (Б1.В.06-Н.3).

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надежность механических систем» относится к вариативной части Блока 1 (Б1.В.06) основной профессиональной образовательной программы специалитета по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация №3 «Технические средства агропромышленного комплекса».

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предшествующими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции
Предшествующие дисциплины		
1.	Физика	ПСК-3.15
2.	Теоретическая механика	ПСК-3.15
3.	Соппротивление материалов	ПСК-3.15
4.	Теория упругости	ПСК-3.15
5.	Теория механизмов и машин	ПК-3
6.	Учебная технологическая практика (в мастерских)	ПСК-3.15
Последующие дисциплины		
7.	Методы обеспечения работоспособности технических средств АПК	ПСК-3.15
8.	Основы научных исследований	ПК-3
9.	Теория технических систем и системного анализа	ПК-3
10.	Научно-исследовательская работа	ПК-3

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), 72 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 7 семестре.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
Контактная работа (всего)	64
В том числе:	
Лекции (Л)	32
Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-
Контроль	-
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	8
Итого	72

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СР	Контроль
			Л	ЛЗ	ПЗ		
1.	Введение. Предмет науки о надежности. Инженерное назначение надежности.	2	2	-	-	-	-
2.	Основные понятия и определения надежности.	4	4	-	-	-	-
3.	Математические методы в теории надежности.	4	4	-	-	-	-
4.	Статистическая оценка показателей безотказности и долговечности.	36	4	-	32	-	-
5.	Статистическая оценка показателей ремонтпригодности и сохраняемости. Комплексные показатели.	4	4	-	-	-	-
6.	Физические основы надежности.	4	4	-	-	-	-
7.	Испытание машин на надежность.	6	6	-	-	-	-
8.	Методы обеспечения оптимальной надежности механических систем.	12	4	-	-	8	-
9.	Контроль	-	-	-	-	-	-
	Итого	72	32	-	32	8	-

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины

Введение. Предмет науки о надежности механизированных систем. Инженерное назначение надежности. Предмет, основные задачи дисциплины. Структура дисциплины. Надежность и качество. Инженерное назначение дисциплины на стадиях проектирования, про-

изводства, использования, ремонта и хранения технических систем. Использование информации о надежности машин. Машина как техническая система.

Основные понятия и определения надежности. Надежность. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. События (повреждение и отказ), состояния (исправное, работоспособное, предельное). Нарботка, ресурс, срок службы. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.

Математические методы в теории надежности. События и наработка как случайные величины. Описание случайных величин. Статистические характеристики и законы распределения случайных величин. Методика обработки статистической информации: составление вариационного ряда выборки, определение критерия согласия опытных и теоретических распределений. Расчет доверительных границ рассеивания случайной величины. Гистограмма. Построение интегральной и дифференциальной кривых распределения.

Статистическая оценка показателей безотказности и долговечности. Показатели безотказности. Методы расчета, характер изменения интенсивности отказов за период эксплуатации технической системы. Показатели долговечности: средний ресурс, гамма-процентный ресурс, средний срок службы. Методы расчета. Информация, необходимая для оценки долговечности.

Статистическая оценка показателей ремонтпригодности и сохраняемости. Комплексные показатели. Показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, вероятность восстановления в заданное время. Методы расчета. Общие требования к ремонтпригодности: доступность, легкосъёмность, взаимозаменяемость, стандартизация и унификация, восстанавливаемость, эргономичность. Показатели сохраняемости. Информация, необходимая для оценки сохраняемости. Методы расчета. Комплексные показатели надежности, их расчет.

Физические основы надежности. Физика возникновения отказа: источники (причины), процессы, дефекты, приводящие к отказу. Внезапные отказы, модель возникновения. Законы распределения наработки между отказами. Вероятность отказа и вероятность безотказной работы при внезапных отказах. Постепенные отказы, причины. Законы распределения наработки между отказами.

Испытания машин на надежность. Цель и классификация испытаний. Испытания в условиях рядовой эксплуатации. Планирование наблюдений. Ускоренная оценка безотказности и долговечности отремонтированной техники. Лабораторные испытания материалов и деталей на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость. Методы прогнозирования надежности. Прогнозирование ресурса.

Методы обеспечения оптимальной надежности механических систем. Понятие об оптимальной надежности. Обеспечение первоначального уровня надежности при конструировании и производстве машин. Технологические методы обеспечения уровня надежности в доремонтный период. Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности. Методы контроля и обеспечения надежности объектов при эксплуатации.

4.2. Содержание лекций

№ пп	Наименование лекций	Кол-во часов
1	Введение. Предмет науки о надежности механизированных систем. Инженерное назначение надежности. Предмет, задачи, структура дисциплины. Назначение надежности на стадиях проектирования, производства, использования, ремонта и хранения технических систем. Машина как техническая система.	2
2	Основные понятия и определения надежности. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. События, состояния, наработка, ресурс, срок службы. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты.	4

3	Математические методы в теории надежности. Описание случайных величин. Статистические характеристики и законы распределения. Методика обработки статистической информации.	4
4	Статистическая оценка показателей безотказности и долговечности. Показатели надежности единичные и комплексные. Единичные показатели безотказности, методы расчета. Показатели долговечности. Информация, необходимая для оценки долговечности. Методы расчета.	4
5	Статистическая оценка показателей ремонтпригодности и сохраняемости. Комплексные показатели. Показатели ремонтпригодности. Общие требования к ремонтпригодности. Показатели сохраняемости, методы расчета. Информация, необходимая для оценки сохраняемости. Комплексные показатели надежности.	4
6	Физические основы надежности. Физика возникновения отказов: причины, процессы, дефекты, приводящие к отказам. Виды отказов.	4
7	Испытания машин на надежность. Цель и классификация испытаний. Испытания в условиях рядовой эксплуатации. Планирование наблюдений. Ускоренная оценка уровня безотказности отремонтированной техники. Лабораторные испытания материалов. Прогнозирование показателей надежности.	6
8	Методы обеспечения оптимальной надежности технических систем. Понятие оптимальной надежности. Обеспечение надежности при конструировании, производстве и эксплуатации технических систем.	4
Итого:		32

4.3. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	Статистическая оценка показателей безотказности машин.	10
2	Статистическая оценка показателей долговечности объектов по результатам эксплуатационных испытаний (нормальный закон распределения случайной величины).	10
3	Статистическая оценка показателей долговечности объектов по результатам эксплуатационных испытаний (закон распределения Вейбула).	12
Итого:		32

4.4. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование изучаемых тем или вопросов	Кол-во часов
1.	Подготовка к практическим занятиям.	2
2.	Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов.	2
3.	Подготовка к зачёту.	4
Итого:		8

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Повышение надежности машин на стадии их проектирования. Обеспечение надежности машин на стадии их изготовления, ремонта и эксплуатации.	4
2.	Диагностирование как метод обеспечения надежности.	4
	Итого	8

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Надежность механических систем [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Уровень высш. образования - специалитет. Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 9 с. : табл. — Библиогр.: с. 8-9 (16 назв.) .— 0,6 МВ .— Доступ из локальной сети <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/45.pdf>.
2. Надежность механических систем [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 30 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 18 (10 назв.) .— 1 МВ.— Доступ из локальной сети <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/47.pdf>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении №1.

7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Обеспечение надёжности сложных технических систем [Текст]: учебник / А.Н. Дорохов [и др.] – СПб.: Лань, 2011. – 352 с.:ил.
2. Малафеев, С.Н. Надёжность технических систем. Примеры и задачи [Текст]: учебное пособие / С.Н. Малафеев, А.И. Копейкин. – СПб.: Лань, 2012.-320 с.: ил.
3. Носов В.В. Диагностика машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Носов. Москва: Лань, 2012 .- 384 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1 cid=25&pl1 id=2779>

Дополнительная литература

1. Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, П.П. Лезин, Е.А. Лисунов, И.Н. Кравченко. Надежность технических систем. – М.: УМЦ, «Триада», 2005.

2. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. Под редакцией В.И. Черноиванова. – М.: – Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, 2003.

Периодические издания

«Надежность и качество сложных систем», «Тракторы и сельскохозяйственные машины», «Достижения науки и техники в АПК», «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Техника и оборудование для села».

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>.
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com>.
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Надежность механических систем [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Уровень высш. образования - специалитет. Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. — Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. — 9 с. : табл. — Библиогр.: с. 8-9 (16 назв.) .— 0,6 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/45.pdf>.
2. Надежность механических систем [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии. — Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. — 30 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 18 (10 назв.) .— 1 МВ .— Доступ из локальной сети <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/47.pdf>.

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).

Программное обеспечение: Kompas, MS Office, Windows

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные аудитории для проведения занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения

260 Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор);

Помещения для самостоятельной работы обучающихся

Помещение № 303 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

Помещение № 419 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

Перечень оборудования и технических средств обучения

Лабораторное оборудование не требуется.

12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия	Лекции	ПЗ
Формы работы		
Интерактивные лекции	+	-
Самостоятельная работа студента с литературой	+	+

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся
по дисциплине

Б1.В.06 НАДЁЖНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Специальность **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация №3 «**Технические средства агропромышленного комплекса**»

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация – **инженер**

Форма обучения - **очная**

Челябинск

2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	14
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	15
3. Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП.....	17
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций	18
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	18
4.1.1. Устный ответ на практическом занятии.....	18
4.1.2. Интерактивные лекции.....	18
4.1.3. Самостоятельная работа студента с литературой.....	19
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	19

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на продвинутом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	знания
ПК-3 - способность проводить техническое и организационное обеспечение исследований, анализ результатов и разработку предложений по их реализации.	Обучающийся должен знать методику испытаний технических систем и их элементов на надежность - (Б1.В.06-3.1).	Обучающийся должен уметь: организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их - (Б1.В.06-У.1).	Обучающийся должен владеть: навыками планирования испытаний машин на надёжность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем - (Б1.В.06-Н.1).
ПСК-3.6 - способность разрабатывать конкретные конструктивные варианты технических средств АПК, решения проблем производства, их модернизации и ремонта, проводить анализ этих вариантов, осуществлять прогнозирование последствий, находить компромиссные решения в условиях многокритериальности и неопределенности.	Обучающийся должен знать специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности - (Б1.В.06-3.2).	Обучающийся должен уметь: выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности - (Б1.В.06-У.2).	Обучающийся должен владеть методикой испытаний технических систем и их элементов на надежность с учетом подбора компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности прогнозирования показателей надежности проектируемых систем - (Б1.В.06-Н.2).
ПСК-3.15 - способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования.	Обучающийся должен знать общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании и изготовлении, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа - (Б1.В.06-3.3).	Обучающийся должен уметь формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надежности технической системы в зависимости от её наработки - (Б1.В.06-У.3).	Обучающийся должен владеть методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы - (Б1.В.06-Н.3).

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.В.06-3.1	Обучающийся не знает методику испытаний технических систем и их элементов на надежность.	Обучающийся слабо знает методику испытаний технических систем и их элементов на надежность.	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает методику испытаний технических систем и их элементов на надежность.	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает методику испытаний технических систем и их элементов на надежность.
Б1.В.06-3.2	Обучающийся не знает специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности.	Обучающийся слабо знает понятия специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности.	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности.	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает специальную научно-техническую и патентную литературу по методам и средствам обеспечения надежности.
Б1.В.06-3.3	Обучающийся не знает общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа.	Обучающийся слабо знает общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа.	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа.	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает общие вопросы обеспечения надежности машин при их проектировании, методику прогнозирования показателей надежности деталей машин по критерию износа.
Б1.В.06-У.1	Обучающийся не умеет организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их.	Обучающийся слабо умеет организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их.	Обучающийся с небольшими затруднениями умеет организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их.	Обучающийся умеет организовать испытания машин; обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их.
Б1.В.06-У.2	Обучающийся не умеет выбирать необходимые методы исследова-	Обучающийся слабо умеет выбирать необходимые методы исследо-	Обучающийся с небольшими затруднениями умеет выбирать необ-	Обучающийся умеет выбирать необходимые методы исследова-

	вания, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности.	вания, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности.	ходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности.	ния, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы обеспечения надежности, исходя из особенностей конкретного исследования; разрабатывать мероприятия по повышению уровней надёжности.
Б1.В.06-У.3	Обучающийся не умеет формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надёжности технической системы в зависимости от её наработки.	Обучающийся слабо умеет формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надёжности технической системы в зависимости от её наработки.	Обучающийся с небольшими затруднениями умеет формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надёжности технической системы в зависимости от её наработки.	Обучающийся умеет формулировать требования по надежности к техническим системам, прогнозировать показатели надёжности технической системы в зависимости от её наработки.
Б1.В.06-Н.1	Обучающийся не владеет навыками планирования испытаний машин на надёжность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем.	Обучающийся слабо владеет навыками планирования испытаний машин на надёжность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками планирования испытаний машин на надёжность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем.	Обучающийся свободно владеет навыками планирования испытаний машин на надёжность; методами определения количественных характеристик показателей надежности технических систем.
Б1.В.06-Н.2	Обучающийся не владеет методикой испытаний технических систем и их элементов на надёжность с учетом подбора компромиссных решений в условиях многокри-	Обучающийся слабо владеет методикой испытаний технических систем и их элементов на надёжность с учетом подбора компромиссных решений в условиях много-	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет методикой испытаний технических систем и их элементов на надёжность с учетом подбора компромиссных решений в условиях	Обучающийся свободно владеет методикой испытаний технических систем и их элементов на надёжность с учетом подбора компромиссных решений в условиях

	териальности и неопределенности прогнозирование показателей надежности проектируемых систем.	неопределенности прогнозирование показателей надежности проектируемых систем.	многокритериальности и неопределенности прогнозирование показателей надежности проектируемых систем.	неопределенности прогнозирование показателей надежности проектируемых систем.
Б1.В.06-Н.3	Обучающийся не владеет методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы.	Обучающийся слабо владеет методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы.	Обучающийся свободно владеет методикой прогнозирования показателей надежности элементов технической системы.

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Надежность механических систем [Электронный ресурс] : метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Уровень высш. образования - специалитет. Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 9 с. : табл. — Библиогр.: с. 8-9 (16 назв.) .— 0,6 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/45.pdf>.

2. Надежность механических систем [Электронный ресурс] : метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация № 3 "Технические средства агропромышленного комплекса". Форма обучения - очная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 30 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 18 (10 назв.) .— 1 МВ .— 1. Доступ из локальной сети <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/47.pdf>.

3. Надежность технических систем [Текст]: Анализ статистической информации о надежности машин. Методические указания для студентов, обучающихся по специальности 110303 - "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции" / Егоров А. В., Зубова Е. В., Вахрушев В. В., сост.; ЧГАУ - Челябинск: ЧГАУ, 2008 - 19 с.

4. Надежность технических систем [Текст]: Сборник вопросов и задач по изучению дисциплины студентам очного и заочного обучения специальностей 311900 (110304)-"Технология обслуживания и ремонта машин в АПК" и 311500 (110303)- "Механизация переработки сельскохозяйственной продукции" / ЧГАУ - Челябинск: ЧГАУ, 2004 - 44с.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости

4.1.1. Устный ответ на практическом занятии

Устный ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	изложение материала логично и грамотно, свободное владение терминологией, умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы, умение описывать явления и протекаемые процессы, умение оценивать результаты измерений, способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	отсутствие необходимых теоретических знаний, допущены ошибки в определении понятий и описании явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений, незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.1.2. Интерактивные лекции

Не менее 50% лекций проходит в интерактивной форме, т.е. при постоянном взаимодействии (диалогом) лектора с обучающимися. Поскольку весь новый материал подразумевает наличие остаточных знаний, то во время лекции происходит постоянный обмен между лектором и студентами, заключающийся в периодическом опросе обучающихся по материалу прошлых тем. Это позволяет лектору понять усвоение прошлого материала, а студенту проявить активность и почувствовать свою состоятельность и интеллектуальную успешность. Применение интерактивных лекций делает более продуктивным процесс усвоения нового материала.

Иногда допускается проводить на лекции опрос остаточных знаний в письменной форме. Тогда перед началом усвоения нового материала каждому студенту выдается один произвольный вопрос по теме прошлой лекции. На опрос отводится не более 5-7 минут. После опроса ответы обучающихся собираются и обрабатываются. Это позволяет понять степень усвоения пройденного материала.

Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после устного ответа. Критерии оценки приведены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	Обучающийся хорошо ориентируется в прошлом учебном материале, ответ на вопрос грамотный, полный и без наводящих вопросов.
Оценка 4 (хорошо)	Обучающийся дает правильный ответ с небольшим затруднением или наводящими вопросами.

Оценка 3 (удовлетворительно)	Обучающийся смог дать правильный ответ после некоторых подсказок или дал неполный ответ и некоторыми неточностями.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не смог дать правильный ответ на заданный вопрос.

4.1.3. Самостоятельная работа обучающегося с литературой

Форма организации учебной деятельности, требующая наибольшей активности обучающегося. Используется для лиц с индивидуальным графиком занятий, а также для обучающихся, пропустивших по какой либо причине занятие.

При самостоятельной работе с литературой обучающийся должен изучить пропущенный (или запланированный по индивидуальному графику) теоретический или практический материал, используя для этого учебно-методическую литературу, представленную в п.5.

В случае отработки пропущенных занятий, проверка полученных знаний, по усмотрению преподавателя, может происходить как на основных занятиях, так и на индивидуальных консультациях.

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных (практических) занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные (практические) занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачетах преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения деканата и досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

Вопросы к зачету

1. Качество и надежность объекта. Определения. Связь между ними.
2. Факторы, снижающие надёжность машин.
3. Безотказность как свойство объекта, определяющее его надёжность.
4. Какими показателями оценивается безотказность технического объекта.
5. Вероятность безотказной работы, определение, пример.
6. Долговечность как свойство объекта, определяющее его надёжность.
7. Какими показателями оценивается долговечность технического объекта.
8. Какими показателями оценивается ремонтпригодность технического объекта.
9. Какими показателями оценивается сохраняемость технического объекта.
10. Нарботка, ресурс, срок службы. Определение. Примеры.
11. Состояние «предельное», определение, примеры.
12. Состояние «работоспособность», дать определение, привести примеры.
13. Состояние «исправное», дать определение, привести примеры.
14. Комплексные показатели надежности: K_r и $K_{ти}$.
15. Интенсивность отказов и параметр потока отказов. Определение, примеры.

16. Виды дефектов деталей машин. Примеры.
17. Испытание машин и агрегатов после ремонта. Виды испытаний. Цель испытаний.
18. Допустимые и предельные износы деталей машин. Методика установления допустимых и предельных износов деталей.
19. Случайные события и случайные величины. Определение. Примеры.
20. Статистические характеристики случайных величин.
21. Ускорение испытания на надежность, методы ускорения.
22. Допустимые и предельные размеры деталей машин. Методика установления допустимых и предельных размеров.
23. Интегральная кривая распределения. Ее построение. Дать объяснение.
24. Испытание машин и агрегатов после ремонта. Виды и цели испытаний.
25. Отказы постепенные и внезапные. Определения. Примеры.
26. Мероприятия, способствующие уменьшению частоты возникновения постепенных отказов.
27. Мероприятия, способствующие уменьшению частоты возникновения внезапных отказов.
28. Абразивное изнашивание деталей. Механизм протекания процесса изнашивания.
29. Понятие об оптимальной надежности.
30. Законы распределения случайной величины.
31. Поясните понятия дисперсии, среднее квадратического отклонения и коэффициента вариации.
32. Методы проверки статистической гипотезы.
33. Принцип проверки статистической гипотезы по критерию χ^2 Пирсона.

Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся образовательной программы по темам или разделам дисциплины. По результатам тестирования обучающимся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Тестирование проводится специализированной (обычной) аудиторией. Критерии оценки ответа обучающегося (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала зачёта. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Вопросы для тестирования

Задание № 1

Какие свойства характеризуют надежность объекта?

- 1) работоспособность, долговечность, безотказность, исправность
- 2) долговечность, безотказность, эргономичность, ремонтпригодность
- 3) безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость

Задание № 2

Что понимают под техническим ресурсом?

- 1) срок службы
- 2) срок сохраняемости
- 3) объем работы до предельного состояния

Задание № 3

Что понимают под наработкой объекта?

- 1) объем работы
- 2) срок службы
- 3) ресурс

Задание № 4

Основные законы распределения случайных величин

- 1) Гаусса, Ньютона, Вейбулла
- 2) Гаусса, Вейбулла, экспоненциальный
- 3) Нормальный, Вейбулла, экзотехнический

Задание № 5

Комплексным называется показатель, если

- 1) объект выполняет комплексные работы
- 2) в его состав входят несколько свойств надежности
- 3) в его состав входит большое количество показателей

Задание № 6

Какими показателями оценивается безотказность объекта?

- 1) t_0 ; t_{γ} ; $p(t); T$; $\lambda(t)$; $\omega(t)$
- 2) t_0 ; t_{01} ; $p(t)$; $t_{\gamma 1}$; $\lambda(t)$; $\omega(t)$
- 3) t_0 ; t_{γ} ; t ; t_b ; $\lambda(t)$; $\omega(t)$

Задание № 7

Какими показателями оценивается долговечность объекта?

- 1) T ; T_{γ} ; средний срок службы
- 2) T_{γ} ; T_0 ; T_b
- 3) T ; T_b ; T_0

Задание № 8

Какими показателями оценивается ремонтпригодность объекта?

- 1) T_b ; $P(T_b)$; $T_{b\gamma}$; $\lambda(T_b)$; q_b
- 2) $P(T_b)$; q_b ; T_{γ} ; T_b ; T_0
- 3) T ; T_b ; T_{γ} ; $P(T_b)$; $\lambda(T_b)$

Задание № 9

Что понимают под оптимальной надежностью объекта?

- 1) наибольшую долговечность
- 2) наибольшую безотказность
- 3) долговечность или безотказность при минимуме затрат

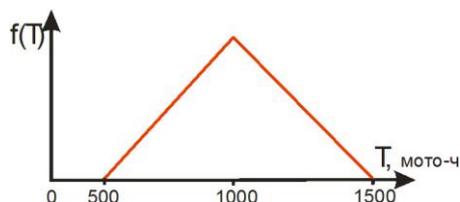
Задание № 10

Что понимают под показателем надежности?

- 1) это величина, показывающая степень возможности применения объекта по назначению
- 2) это количественная характеристика свойств объекта
- 3) это величина, показывающая степень безотказности работы с объектом

Задание № 11

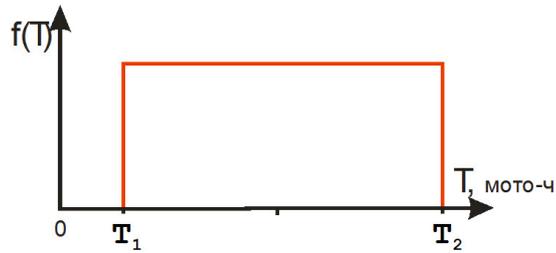
Плотность распределения ресурса объекта показана на рисунке. Определить 50-процентный гамма-ресурс.



- 1) 725
- 2) 1000
- 3) 1250

Задание № 12

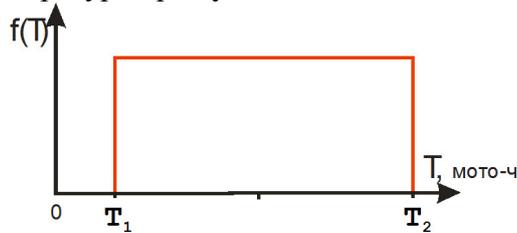
Определить вероятность того, что объект не достигнет предельного состояния при среднем значении наработки.



- 1) 0,25
- 2) 0,5
- 3) 0,75

Задание № 13

Определить гамма-процентный ресурс при $\gamma = 90\%$

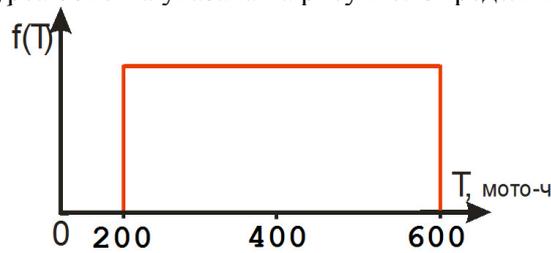


Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) 0,1 (t_1, t_2)
- 2) 0,9 (t_1, t_2)
- 3) 0,8(t_1, t_2)

Задание № 14

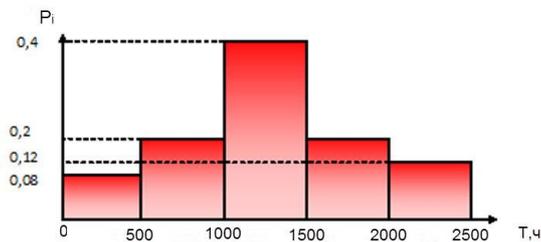
Плотность распределения ресурса объекта указана на рисунке. Определить 80-процентый гамма-ресурс



- 1) 280
- 2) 520
- 3) 240

Задание № 15

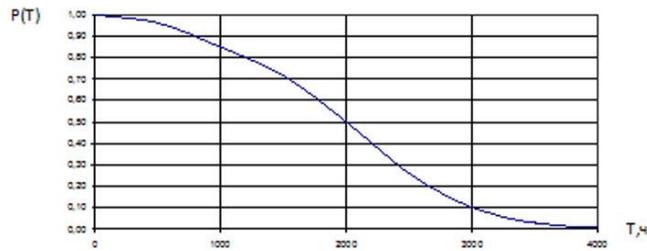
По гистограмме распределения ресурса определить вероятность того, что объект не достигнет предельного состояния за 1500 ч.



Запишите число:

Задание № 16

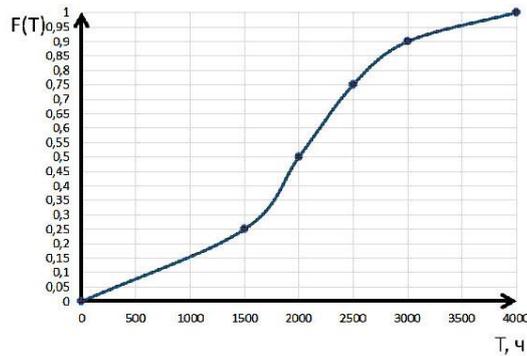
По кривой вероятности безотказной работы объекта определить графически вероятность появления отказа в интервале наработки от 1000 до 3000 мото-ч.



Запишите число:

Задание № 17

Определить графически 75-процентный гамма-ресурс объекта



Запишите число:

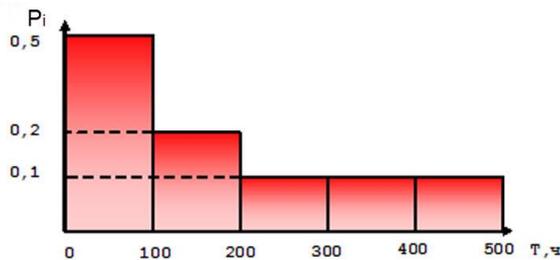
Задание № 18

При испытании 40 тракторов 80-процентный гамма-ресурс оказался равным 1500 мото-ч. Определить число достигших предельного состояния машин за этот период.

- 1) 8
- 2) 32
- 3) 24

Задание № 19

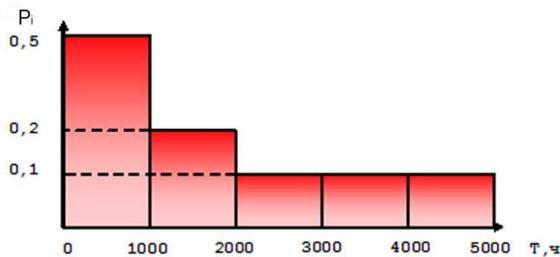
Гистограмма распределения наработки между отказами приведена на рисунке. Определить вероятность безотказной работы $p(t)$ за наработку $t = 200$ мото-ч.



Запишите число:

Задание № 20

Гистограмма распределения ресурса показана на рисунке. Определить 60% гамма-ресурс ($t_{\gamma=60\%}$)



Запишите число:

