


**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

« 06 » марта 2017 г.

Кафедра «Технология и организация технического сервиса»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06 НАДЁЖНОСТЬ МАШИН**

Направление подготовки: **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Профиль: **Сервис транспортных технологических машин и оборудования**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения - **очная**

Челябинск  
2017

Рабочая программа дисциплины «Надежность машин» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 14.12.2015 г. № 1470. Рабочая программа предназначена для подготовки бакалавра по направлению **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент Старунов А.В.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Технология и организация технического сервиса» «01» марта 2017 г. (протокол № 01).

Зав. кафедрой «Технология и организация  
технического сервиса»,  
доктор технических наук, доцент

Н. Машрабов

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета «06» марта 2017 г. (протокол № 05).

Председатель методической комиссии  
инженерно-технологического факультета,  
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.....	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	5
4.	Структура и содержание дисциплины.....	6
4.1.	Содержание дисциплины.....	6
4.2.	Содержание лекций.....	7
4.3.	Содержание лабораторных занятий.....	8
4.4.	Содержание практических 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.....	10
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 .....	11
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
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.....	24

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

## 1.1. Цель и задачи дисциплины

Бакалавр по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (ЭТТМ и К) должен быть подготовлен к производственно-технологической, экспериментально-исследовательской и сервисно-эксплуатационной 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 подготовки бакалавра, а также способствующих дальнейшему развитию личности.

**Задача дисциплины:**

- сформировать знания по определению и обеспечению основных качественных и количественных показателей надежности машин и оборудования;
- научить разрабатывать методики теоретических и экспериментальных исследований по повышению 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-16 способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.	Обучающийся должен знать: понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта структурных схем надёжности, основы теории статистических измерений - (Б1.В.06-3.1)	Обучающийся должен уметь: планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов - (Б1.В.06-У.1)	Обучающийся должен владеть: методами планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств агропромышленного комплекса; методиками безопасной работы и приемами охраны труда - (Б1.В.06-Н.1)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Надёжность машин» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 (Б1.В.06) основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных и технологических машин и оборудования.

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции
Последующие дисциплины и практики		
1.	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, технологическая	ПК-16
2.	Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования	ПК-16
3.	Системы, технологии и организация услуг в предприятиях автосервиса	ПК-16

## 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), 108 часа. Дисциплина изучается в 5 семестре.

### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>48</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические занятия (ПЗ)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>33</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>

### 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 машин.	2	2	-	-	-	х

2.	Основные понятия и определения надежности.	5	2	-	-	3	x
3.	Математические методы в теории надежности.	6	2	-	-	4	x
4.	Статистическая оценка показателей безотказности и долговечности.	22	2	-	16	4	x
5.	Статистическая оценка показателей ремонтнопригодности и сохраняемости. Комплексные показатели.	22	2	-	16	4	x
6.	Физические основы надежности.	8	2	-	-	6	x
7.	Испытание машин на надежность.	8	2	-	-	6	x
8.	Методы обеспечения оптимальной надежности машин.	8	2	-	-	6	x
	Контроль	27	x	x	x	x	27
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>27</b>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины

**Введение. Предмет науки о надежности машин.** Предмет, основные задачи дисциплины. Структура дисциплины. Надежность и качество. Инженерное назначение дисциплины на стадиях проектирования, производства, 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, 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 надежности единичные и комплексные. Единичные показатели безотказности. Методы расчета, характер изменения интенсивности отказов за период эксплуатации технической системы. Единичные 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.** Единичные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, вероятность восстановления в заданное время. Методы расчета. Общие требования к ремонтпригодности: доступность, легкосъемность, взаимозаменяемость, стандартизация и унификация, восстанавливаемость, эргономичность. Единичные показатели сохраняемости: средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок 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 рабо-

ты при внезапных отказах. Постепенные отказы, причины. Модель возникновения постепенных отказов. 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 по реализации, по среднему статистическому и посредством стендовых испытаний.

**Методы обеспечения оптимальной надежности машин.** 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	Содержание лекций	Продолж. часов
1	Предмет, основные задачи дисциплины. Надежность и качество. Инженерное назначение дисциплины на стадиях проектирования, производства, использования, ремонта и хранения технических систем. Машина как техническая система.	2
2	Надежность. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. События, состояния. Нарботка, ресурс, срок службы. Восстанавливаемые, невосстанавливаемые, ремонтируемые и неремонтируемые объекты.	2
3	События и наработка как случайные величины. 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.	2
4	Показатели надежности единичные и комплексные. Единичные показатели безотказности. Методы расчета, характер изменения интенсивности отказов за период эксплуатации технической системы. Единичные показатели долговечности: средний ресурс, гамма-процентный ресурс, средний срок службы. Методы расчета. Информация, необходимая для оценки долговечности.	2
5	Единичные показатели ремонтпригодности: среднее время восстановления, вероятность восстановления в заданное время. Методы расчета. Единичные показатели сохраняемости: средний срок сохраняемости, гамма-процентный срок сохраняемости. Информация, необходимая для оценки сохраняемости. Методы расчета. Комплексные показатели надежности, их расчет.	2
6	Физика возникновения отказа: источники (причины), процессы, дефекты, приводящие к отказу. Внезапные отказы. Законы распределения наработки между отказами. Вероятность отказа и вероятность безотказной работы при внезапных отказах. Постепенные отказы, причины. Законы распределения наработки между отказами.	2

7	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 по реализации, по среднему статистическому и посредством стендовых испытаний.	2
8	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.	2
<b>Итого:</b>		<b>16</b>

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

#### 4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	Статистическая оценка показателей безотказности машин.	8
2	Статистическая оценка показателей долговечности объектов по результатам эксплуатационных испытаний (нормальный закон распределения случайной величины)	8
3	Статистическая оценка показателей долговечности объектов по результатам эксплуатационных испытаний (закон распределения Вейбула)	8
4	Определение технического ресурса звена гусеницы трактора класса 30 кН по результатам стендовых испытаний	8
<b>Итого:</b>		<b>32</b>

#### 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	11
2	Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	11
3	Подготовка к экзамену	11
<b>Итого:</b>		<b>33</b>

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Случайность отказов	2
2.	Изменение состояния машин и оборудования	4



3.	Методы измерения величины износа	6
4.	Интенсивность механического истирания, абразивного изнашивания, коррозии	6
5.	Повышение надежности машин на стадии их проектирования. Обеспечение надежности машин на стадии их изготовления, ремонта и эксплуатации.	9
6.	Диагностирование как метод обеспечения надежности	6
	<b>Итого</b>	<b>33</b>

## 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

1. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 21 с. : ил., табл. — 0,5 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/34.pdf>
2. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — С прил. — Библиогр.: с. 9 (14 назв.).— 0,5 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/41.pdf>
3. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания к выполнению контрольной работы для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 16 с. : ил., табл. — С прил. — Библиогр.: с. 12 (10 назв.) .— 0,9 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/33.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 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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2779)
- 2 Макаров В.А. Технологическое обеспечение качества [Электронный ресурс]/В.А. Макаров О.Г. Драгина , М.И Седых. , П.С. Белов. М| Берлин: Директ – Медиа, 2015. – 101 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275752>

### Дополнительная литература

- 1 Ермолов Л. С. Основы надежности сельскохозяйственной техники [Текст] / А.С. Ермолов, В.М. Кряжков, В.Е. Черкун - М.: Колос, 1982 - 271с.
- 2 Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве [Текст]: Учебное пособие / В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др.; Под ред. В.И. Черноиванова; ЧГАУ - М.: Б.и., 2003 - 992с.
- 3 Юдин М.И. Организация ремонтно – обслуживающего производства в сельском хозяйстве [Текст]: Учебник / М.И. Юдин, Н.И. Стукопин, О.Г. Ширай; КГАУ, Краснодар: КГАУ, 2002. – 944 с.

### 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. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 21 с. : ил., табл. — 0,5 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/34.pdf>
2. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно- технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — С прил. — Библиогр.: с. 9 (14 назв.) .— 0,5 МВ .— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/41.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).

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

**Перечень учебных лабораторий, аудиторий, компьютерных классов**

1. Компьютерный класс (ауд. 252);
2. Учебная аудитория 260.

**Перечень основного лабораторного оборудования:**

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**

текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

**Б1.В.06 НАДЁЖНОСТЬ МАШИН**

Направление подготовки: **23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов**

Профиль: **Сервис транспортных технологических машин и оборудования**

Уровень высшего образования – **бакалавриат (академический)**

Квалификация – **бакалавр**

Форма обучения – **очная**

Челябинск

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП.....	14
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций.....	14
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.....	15
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций .....	16
4.1.    Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости.....	16
4.1.1.  Устный ответ на практическом занятии.....	16
4.1.2.  Интерактивные лекции.....	16
4.1.3.  Самостоятельная работа студента с литературой.....	17
4.2.    Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	17

## 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-16 способность к освоению технологий и форм организации диагностики, технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования.	Обучающийся должен знать: понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта структурных схем надёжности, основы теории статистических измерений - (Б1.В.06-3.1)	Обучающийся должен уметь: планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов - (Б1.В.06-У.1)	Обучающийся должен владеть: методами планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств агропромышленного комплекса; методиками безопасной работы и приемами охраны труда - (Б1.В.06-Н.1)

## 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 понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта структурных схем	Обучающийся слабо знает понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта структурных схем	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта структурных схем надёжности, ос-	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает понятия надёжности, безотказности, долговечности, ремонтнопригодности, сохраняемости, ресурса, срока службы, наработки на отказ, постепенных и внезапных отказов, нагрузочных режимов, критериев предельных состояний, методики расчёта и экспериментального определения основных показателей надёжности, определения и оценки нагрузочных режимов, анализа и расчёта

	надёжности, основы теории статистических измерений	надёжности, основы теории статистических измерений	новы теории статистических измерений	структурных схем надёжности, основы теории статистических измерений
Б1.В.06-У.1	Обучающийся не умеет планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов	Обучающийся слабо умеет планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов	Обучающийся с небольшими затруднениями умеет планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов	Обучающийся умеет планировать проведение экспериментальных работ, готовить технические средства АПК к проведению испытаний, пользоваться современной аппаратурой, стендами и научным оборудованием для проведения испытаний и обработки результатов
Б1.В.06-Н.1	Обучающийся не владеет навыками: планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств АПК; методиками безопасной работы и приемами охраны труда.	Обучающийся слабо владеет навыками: планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств АПК; методиками безопасной работы и приемами охраны труда.	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками: планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств АПК; методиками безопасной работы и приемами охраны труда.	Обучающийся свободно владеет навыками: планирования и проведения эксперимента; методами оценки показателей качества и надёжности машин; техникой подготовки и проведения испытаний и экспериментальных исследований технических средств АПК; методиками безопасной работы и приемами охраны труда.

### 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 продвинутый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания к практическим занятиям и самостоятельной работе для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии.— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 21 с. : ил., табл. — 0,5 МВ.— Доступ из локальной сети.

2. Основы теории надежности машин [Электронный ресурс]: метод. указания для самостоятельной работы обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль - Сервис транспортных технологических машин и оборудования. Форма обучения - очная, заочная / сост.: А. В. Старунов, И. Н. Старунова ; Южно-Уральский ГАУ, Институт агроинженерии .— Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017 .— 11 с. : табл. — С прил. — Библиогр.: с. 9 (14 назв.) .— 0,5 МВ.— Доступ из локальной сети. <http://192.168.0.1:8080/localdocs/tots/41.pdf>.

#### **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.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка «зачтено»	изложение материала логично и грамотно, свободное владение терминологией, умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы, умение описывать законы, явления и протекаемые процессы, умение проводить и оценивать результаты измерений, способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	отсутствие необходимых теоретических знаний, допущены ошибки в определении понятий и описании законов, 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 студентов 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 от-



веты студентов 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.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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 студента с литературой**

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

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

Проверка усвоенного материала для лиц, обучающихся по индивидуальному графику, происходит во время сдачи промежуточной аттестации. Критерии оценки приведены в п.4.2.

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**

##### **Экзамен**

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

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

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

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

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса и задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

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 аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится 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.

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

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка

досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период 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.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### **Вопросы к экзамену**

1. Роль и место теории надежности машин в современном с.х. производстве.
2. Термины теории надежности.
3. Надежность – важнейшая характеристика качества машин, используемых в с.х. производстве.
4. Понятие об оптимальной надежности машин.
5. Надежность – комплексное свойство машин.
6. Безотказность. Количественная оценка безотказности.
7. Интенсивность отказов. Экспоненциальный закон надежности.
8. Интенсивность отказов, характер ее изменения при эксплуатации объекта и ее влияние на работу инженерной службы с.х. предприятий.
9. Долговечность. Количественная оценка долговечности объектов.
10. Технический ресурс объекта. Гамма-процентный ресурс – оценочный показатель долговечности объекта.
11. Числовые характеристики технического ресурса объекта как случайной величины.
12. Ремонтпригодность. Количественная оценка ремонтпригодности объектов.
13. Основные теоретические законы распределения технического ресурса объектов как случайной величины.
14. Закон распределения ресурса. Его построение.
15. Комплексные показатели надежности с.х. техники.
16. Сохраняемость. Количественная оценка сохраняемости объектов.
17. Методы испытаний с.х. техники на надежность. Достоинства и недостатки каждого метода.
18. Оценка безотказности с.х. техники путем эксплуатационных испытаний.
19. Оценка долговечности с.х. техники путем эксплуатационных испытаний.
20. Планирование наблюдений при эксплуатационных испытаниях.
21. Полигонные испытания машин на надежность, их достоинства и недостатки.
22. Классификация стендовых испытаний объектов на надежность.

23. Сравнительная оценка долговечности объектов по результатам стендовых испытаний.
24. Методы ускоренного получения показателей надежности объектов по результатам стендовых испытаний на нормальных эксплуатационных режимах.
25. Определение технического ресурса объектов с использованием средств технической диагностики.
26. Оценка безотказности капитально отремонтированных объектов методом разового обследования их работоспособности в доремонтный и послеремонтный периоды эксплуатации.
27. Оценка качества объектов на ремонтно-технических предприятиях АПК.
28. Точность расчетов. Относительная ошибка.
29. Точность расчетов. Доверительная вероятность, объем наблюдений.
30. Причины появления отказов у работающих машин.
31. Пути повышения надежности машин в процессе их ремонта.
32. Организационная структура службы надежности в с.х. производстве.

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

**Задание № 7**

Какими показателями оценивается долговечность объекта?

- 1)  $T$ ;  $T_{\gamma}$ ; средний срок службы
- 2)  $T_{\gamma}$ ;  $T_0$ ;  $T_b$
- 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)  $P(T_b)$ ;  $q_b$ ;  $T_{\gamma}$ ;  $T_b$ ;  $T_0$
- 3)  $T$ ;  $T_b$ ;  $T_{\gamma}$ ;  $P(T_b)$ ;  $\lambda(T_b)$

**Задание № 9**

Что понимают под оптимальной надежностью объекта?

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

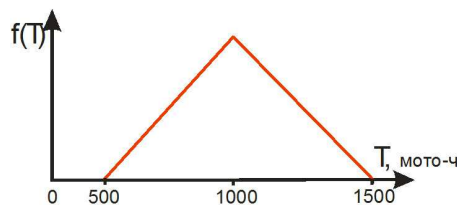
**Задание № 10**

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**

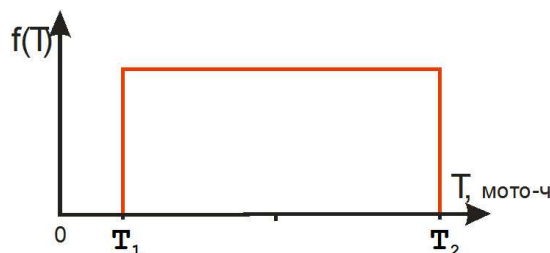
Плотность распределения ресурса объекта показана на рисунке. Определить 50-процентный гамма-ресурс.



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

**Задание № 12**

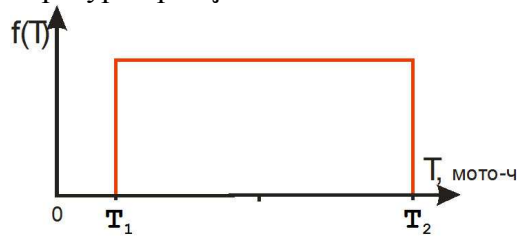
Определить вероятность того, что объект не достигнет предельного состояния при среднем значении наработки.



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

**Задание № 13**

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

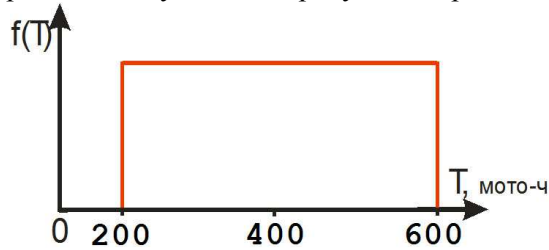


Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) 0,1 (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>)
- 2) 0,9 (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>)
- 3) 0,8(t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>)

**Задание № 14**

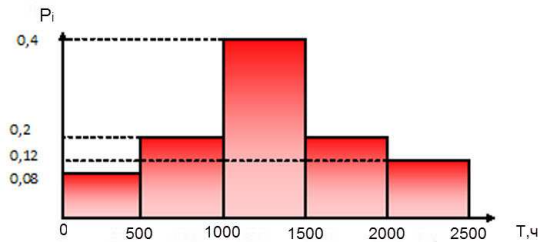
Плотность распределения ресурса объекта указана на рисунке. Определить 80-процентый гамма-ресурс



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

**Задание № 15**

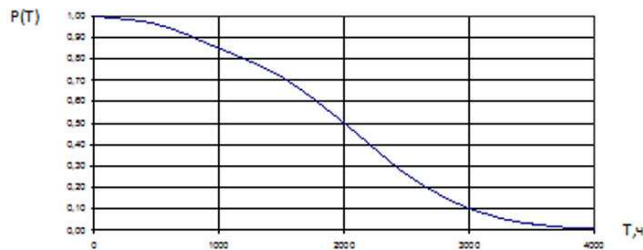
По гистограмме распределения ресурса определить вероятность того, что объект не достигнет предельного состояния за 1500 ч.



Запишите число:

**Задание № 16**

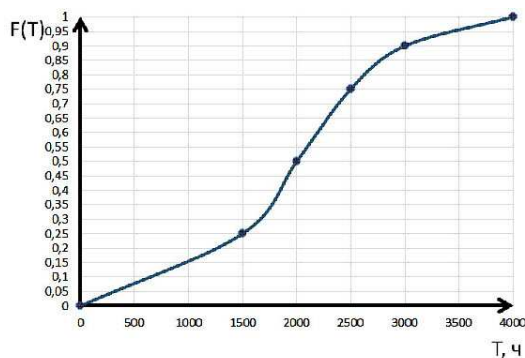
По кривой вероятности безотказной работы объекта определить графически вероятность появления отказа в интервале наработки от 1000 до 3000 мото-ч.



Запишите число:

**Задание № 17**

Определить графически 75-процентный гамма-ресурс объекта



Запишите число:

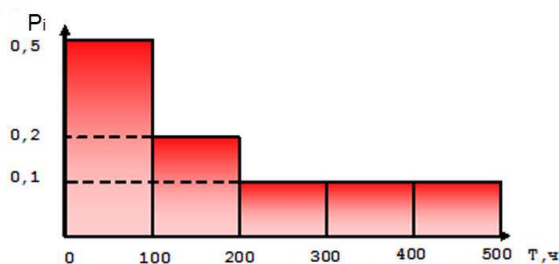
**Задание № 18**

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**

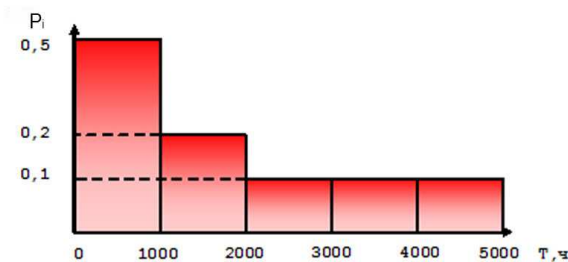
Гистограмма распределения наработки между отказами приведена на рисунке. Определить вероятность безотказной работы  $p(t)$  за наработку  $t = 200$  мото-ч.



Запишите число:

**Задание № 20**

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



Запишите число:

