МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра математического анализа и дифференциальных уравнений

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМИТ ИГУ
_____ М. В. Фалалеев
«17» марта 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.В.09 Основы теории надежности и диагностики. Безопасность техногенных систем

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки Математическое и компьютерное моделирование

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная

Иркутск 2020 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: формирование у обучающихся теоретических знаний и навыков в области теории надежности и диагностики технических объектов и систем, программного обеспечения.

Задачи:
1. Изучение понятий и принципов оценки надежности систем, машин (технических объектов) и программного обеспечения, диагностики систем и машин в процессе эксплуатации.
2. Изучение методов, способов и принципов обеспечения надежности систем и машин.
3. Сформировать умения оценки надежности систем и машин на этапах проектирования и эксплуатации.
4. Изучение принципов и методов диагностики систем и машин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.В.09 Основы теории надежности и диагностики. Безопасность техногенных систем относится к части Блока 1 образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.
Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами Теория вероятностей и математическая статистика, Техническая механика.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Производственная практика.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика:
ПК-4 Способен разрабатывать математические модели технических систем, математические модели элементов автоматизированных систем управления; применять методы проектирования технических систем и автоматизированных систем управления с использованием компьютерных.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен
знать:
– содержание и структуру понятия «надежность»;
– основные показатели безотказности, сохраняемости, долговечности и ремонтопригодности и методы их оценки;
– основные пути и методы обеспечения надежности систем и машин;
– основные факторы, влияющие на надежность элементов машиностроительных производств;
– методы оценки надежности для объектов различных типов и отказов различной физической причины проявления;
– содержание и структуру понятия «диагностика»; основные требования диагностического обеспечения и способы их реализации;
уметь:
– оценить надежность систем и машин на этапе проектирования и использо-вания;

– оценить влияние различных факторов, структуры (свойств) систем и машин на их надежность;
– разработать обоснованные мероприятия по повышению надежности систем и машин;
– выбирать и эффективно использовать методы и средства диагностики;
владеть:
– навыками оценки надежности систем и машин на этапе проектирования и использования с использованием специализированного программного обеспечения и программного обеспечения общего назначения;
– методами оценки эффективности управления и мероприятий по совершен-ствованию управления.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самост. работа	
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия		
Основные положения теории прочности и надежности						
Оценка надежности систем и машин						
Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности						
Основы технической диагностики						
Итого (7 семестр):		30	30	30	9	экз.

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		
Основные положения теории прочности и надежности					
Оценка надежности систем и машин					
Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности					
Основы технической диагностики					
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			9		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)					

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Основные положения теории прочности и надежности
Понятия прочности и надежности. Определяющие надежность систем и машин факторы. Виды нагрузок и их влияние на надежность систем и машин. Физические основы оценки достаточной прочности изделий. Анализ модели надежности "нагрузка - несущая способность". Анализ модели надежности "параметр-поле допуска".

Тема 2. Оценка надежности систем и машин
Подходы к оценке надежности. Непараметрическая оценка надежности. Параметрическая оценка надежности. Оценка надежности многоэлементных объектов. Надежность объектов с профилактическими работами. Непараметрическая оценка надежности. Оценивание надежности объектов по результатам испытаний (эксплуатации). Параметрическая оценка безотказности. Параметрическая оценка долговечности, сохраняемости и ремонтопригодности.

Тема 3. Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности
Методы повышения надежности систем м машин. Оценка надежности резервированных объектов, эффективность резервирования. Понятие надежности оперативного персонала сложных систем. Применение структурного метода оценки надежности систем. Анализ методов резервирования (принципы и примеры). Оценка эффективности резервирования с точки зрения надежности. Оценка надежности объекта с запасным комплектом. Оценка надежности объекта с профилактическими (регламентными) работами. Оценка периодичности обслуживания объекта.

Тема 4. Основы технической диагностики
Методы и средства измерения диагностических параметров. Оценивание приемлемости измерительного процесса диагностирования. Построение функционально-диагностических моделей. Методы поиска неисправностей и отказов. Построение алгоритма поиска места отказа по матрице состояний. Прогнозирование состояния технических объектов. Расчет показателей диагностирования и контролепригодности. Однопараметрическая диагностика технологического процесса.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Основные положения теории прочности и надежности			
Оценка надежности систем и машин			
Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности			
Основы технической диагностики			

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Основные положения теории прочности и надежности		
Оценка надежности систем и машин		
Методы обеспечения и повышения надежности систем и машин, оценка их эффективности		
Основы технической диагностики		

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

– закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

– приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

– формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

– развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

– развитие навыков самоорганизации;

– формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

– выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно

осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к семинарскому занятию. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуется делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что

предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Основы теории надежности [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.Н. Кокушин, А.А. Тихонов, С.Г. петров, В.Е. Головко, И.В. Клюшкин. СПб, 2011. Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/128/76128/files/osnteornadegn.pdf - неограниченный до-ступ «Единое окно доступа к информационным ресурсам», http://window.edu.ru.
2. Основы теории надежности и технической диагностики [Электронный ресурс]: кон-спект лекций / А.В. Федотов, Н.Г. Скабкин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. Режим до-ступа: http://window.edu.ru/resource/182/80182 - неограниченный доступ «Единое ок-но доступа к информационным ресурсам», http://window.edu.ru .
3. Ветошкин А.Г., Марунин В.И. Надежность и безопасность технических систем /Под ред. доктора технических наук, профессора, академика МАНЭБ А.Г.Ветошкина [Электронный ресурс] – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2002. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/951/36951/files/stup177.pdf - неограниченный доступ «Единое окно доступа к информационным ресурсам», http://window.edu.ru .
4. Матвеевский В.Р. Надежность технических систем [Электронный ресурс]. Учебное пособие – Московский государственный институт электроники и математики. М., 2002 г. – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/741/24741/files/9.pdf - неогра-ниченный доступ «Единое окно доступа к информационным ресурсам», http://window.edu.ru .

б) дополнительная литература:

1. Липатов И.Н.. решение задач по курсу «Прикладная теория надежности» [Электрон-ный ресурс]. Учебное пособие – Пермь: ПГТУ, 1996 – Режим доступа: http://window.edu.ru/resource/651/47651/files/pstu013.pdf - неограниченный доступ «Единое окно доступа к информационным ресурсам», http://window.edu.ru .

в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1.
2.
3.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

ЭТОТ РАЗДЕЛ НЕ ЗАПОЛНЯТЬ

6.2. Программное обеспечение

ПЕРЕЧИСЛИТЬ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБУЕМОЕ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции

Примеры оценочных средств текущего контроля

1.
2.
3.

Например:
Демонстрационный вариант контрольной работы №1 (№2, №3)
Демонстрационный вариант теста №1 (№2, №3)
Вопросы для собеседования №1 (№2, №3)
Вопросы для коллоквиума №1 (№2, №3)
Темы рефератов и др.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Основные предметы исследования теории надежности.
2. Классификация терминов теории надежности.
3. Определения надежности и работоспособности объектов.
4. Понятия: невосстанавливаемые и восстанавливаемые объекты.
5. Определения понятий о свойствах надежности.
6. Физический смысл терминов: отказ, повреждение, неисправность, дефект.
7. Понятия: критерий, признак, факт, характер, физическая сущность, причина и последствия отказа.
8. Классификация отказов и повреждений.
9. Модели возникновения внезапных и постепенных отказов и объяснить причины их появления. Явления, процессы, события и состояния, приведящие к появлению отказов.
10. Классификация физико-химических процессов, приводящих к отказам и повреждениям.
11. Нагрузки, вызванные внешними и внутренними факторами.
12. Причины внезапных отказов.
13. Причины постепенных отказов.
14. Характер повреждения конструкции при старении материалов.

15. Повреждения конструкции при изнашивании материалов.
16. Характеристика коррозионной повреждаемости конструкций.
17. Процесс накопления усталостных повреждений.
18. Показать случайный характер процессов изменения параметров объектов, определяющих их работоспособность.
19. Связь характеристик распределения параметров и допусков на параметры с показателями безотказности объектов.
20. Критерии, определяющие возможность индивидуального прогнозирования изменения параметров от наработки объекта.
21. Характеристика линейных моделей изменения параметров объектов.
22. Характеристика экспоненциальных моделей изменения параметров объектов.
23. Физическая сущность безотказности невосстанавливаемых объектов.
24. Использование распределений непрерывных случайных величин в качестве модели безотказности невосстанавливаемых объектов.
25. Характеристики экспоненциального закона распределения наработки до отказа.
26. Характеристики закона распределения Вейбулла наработки до отказа.
27. Характеристики нормального закона распределения наработки до отказа.
28. Вероятность безотказной работы невосстанавливаемого объекта.
29. Изменение плотности вероятности наработки до отказа при разных законах распределения.
30. Изменение интенсивности отказов от наработки при разных законах распределения.
31. Аналитические зависимости между показателями безотказности невосстанавливаемых объектов.
32. Физическая сущность безотказности восстанавливаемых объектов.
33. Какие функции распределения числа отказов используются в качестве моделей безотказности восстанавливаемых объектов?
34. Характеристики и условия применения гипергеометрического распределения.
35. Характеристики и условия применения биномиального распределения.
36. Характеристики и условия применения распределения Пуассона.
37. Аналитические зависимости между характеристиками безотказности восстанавливаемых объектов.
38. Единичные показатели надежности.
39. Безотказность как одно из свойств надежности.
40. Показатели безотказности и методы их определения.
41. Долговечность как одно из свойств надежности.
42. Показатели долговечности и методы их определения.
43. Ремонтопригодность как одно из свойств надежности.
44. Показатели ремонтопригодности и методы их определения.
45. Сохраняемость как одно из свойств надежности.
46. Показатели сохраняемости и методы их определения.
47. Параметры основных законов распределения непрерывных и дискретных случайных величин.
48. Методы оценки параметров распределения наработки до отказа.
49. Критерии согласия и их применение.
50. Определение и физическая сущность комплексных показателей надежности.
51. Методы расчета коэффициента готовности.
52. Методы расчета коэффициента технического использования.
53. Комплексная оценка надежности.
54. Виды испытаний и их классификация.
55. Виды испытаний на надежность.
56. Виды испытаний на ремонтопригодность.
57. Ускоренные испытания.

58. Классификация планов испытаний.
59. Источники и задачи информации о надежности объектов.
60. Полные и цензурированные данные эксплуатационных наблюдений.
61. Непараметрические методы оценки.
62. Точечная оценка показателей надежности.
63. Интервальная оценка показателей надежности.
64. Оценка показателей надежности по однократно цензурированным выборкам.
65. Оценка показателей надежности по многократно цензурированным выборкам.
66. Оценка показателей надежности для восстанавливаемых объектов.
67. Виды резервирования объектов.
68. Виды структурного резервирования объектов.
69. Характеристика общего резервирования объектов.
70. Характеристика раздельного резервирования объектов.
71. Особенности скользящего резервирования и резервирования замещением.
72. Модели расчета надежности сложных систем.
73. Расчет надежности системы при последовательном соединении элементов.
74. Расчет надежности системы при параллельном соединении элементов.
75. Факторы, влияющие на надежность объектов.
76. Методы нормирования показателей надежности на этапе проектирования.
77. Проектирование элементов конструкции объектов на заданную надежность.
78. Конструктивные методы обеспечения надежности объектов.
79. Резервирование – как способ повышения надежности объектов при проектировании.
80. Технологические способы обеспечения надежности объектов.
81. Влияние технологических процессов изготовления объектов на надежность.
82. Влияние упрочняющих технологических процессов на надежность объектов.
83. Методы статистического контроля качества объектов.
84. Роль и место статистических методов управления качеством продукции в обеспечении надежности объектов.
85. Показать сущность методов статистического контроля надежности по альтернативному признаку.
86. Характеристика одноступенчатого и последовательного контроля надежности по альтернативному признаку.
87. Индивидуальный контроль надежности при эксплуатации.
88. Оценка эффективности мероприятий по повышению надежности объектов.
89. Статистическое регулирование безотказности объектов в эксплуатации.
90. Определение количества запасных частей по статистическим данным о надежности объектов.
91. Прогнозирование надежности объектов.
92. Характеристика эксплуатационных методов обеспечения надежности объектов.

Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

1.
2.
3.

Разработчик: Кривель С. М., кандидит физ.-мат. наук, доцент