

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Федотова О.В.

"30" августа 2018г.

Рабочая программа дисциплины

Належность технических систем и техногенный риск




Направление подготовки бакалавриата
20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки бакалавриата
Промышленная безопасность технологических процессов и производств

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Саратов,
2018

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Никифоров Игорь Александрович		30.08.18
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		30.08.18
Заведующий кафедрой	Кузьмина Раиса Ивановна		30.08.18
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Вооружить обучаемых теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для:

- разработки и реализации мер повышения вероятности безотказного функционирования сложных технических систем;
- прогнозирования времени безотказной работы технических устройств и их элементов;
- защиты человека и среды обитания от негативных воздействий техногенных аварий;
- обеспечения устойчивости функционирования объектов экономики и технических систем в штатных и чрезвычайных ситуациях;
- принятия решений по защите материальных ценностей, производственного персонала и населения от возможных последствий аварий и катастроф в условиях неопределенности;
- умения рассчитывать техногенный риск и надежность технических систем.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» относится к вариативной части блока дисциплин (Б1.В.ДВ.4.1) ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», является дисциплиной по выбору.

Для понимания дисциплины необходимо изучение курсов «Высшая математика», «Физика», «Химия», «Экология».

Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения данной дисциплины, используются при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск»:

Процесс изучения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» направлен на формирование следующей компетенции:

- способности применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных (ПК-23).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- причины недостаточно высокой надежности технических систем;
- характеристики технических систем, используемые в теории надежности;
- основные виды отказов технических систем;
- законы распределения времени безотказной работы элементов;
- методы оценки надежности систем различной структуры;
- основные принципы и способы повышения надежности технических систем;
- роль и место техногенного риска в процессе принятия решений;
- методы количественной оценки техногенного риска;
- методы моделирования опасных процессов, анализ моделей в интересах снижения риска;

уметь:

- производить количественную оценку надежности элементов технических систем;
- рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и старения элементов;
- выбирать оптимальный вариант резервирования в интересах повышения надежности технических систем;
- производить качественную и количественную оценку риска в техногенной сфере;

владеть:

методами моделирования опасностей и снижения техногенного риска в статических и динамических задачах принятия решений в условиях неопределенности с помощью современных программ персональных компьютеров (Excel, Mathcad).

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се- местр	Не- де- ля се- ме- стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудо- емкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемо- сти (по неделям семе- стра)
				лек- ции	се- мин. зан.	лаб раб	срс	Формы промежуточ- ной аттестации (по семестрам)
1	Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы)	8	1	2		6	8	Тестирование. Отчет по теме практической работы.
2	Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации	8	2	2		6	8	Тестирование. Отчет по теме практической работы.
3	Безопасность, долговечность и сохраняемость как основные компоненты надежности	8	3	2		6	8	Отчет по теме практической работы. Мозговой штурм.
4	Номенклатура основных источников аварий и катастроф; классификация аварий и катастроф; статистика аварий и катастроф	8	4	2		6	8	Отчет по теме практической работы. «Аукцион знаний»
5	Причины аварийности на производстве; прогнозирование аварий и катастроф	8	5-6	4		12	16	Отчет по теме практической работы.
6	Основы теории риска	8	7-8	4		12	16	Отчет по теме практической работы.
7	Анализ техногенного риска на стадии проектирования.	8	9	2		6	8	Отчет по теме практической работы. Интеллектуальный футбол.
Итого				18		54	72	Экзамен (36 часов)

4.1. Основное содержание лекционного курса.

Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем.

Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности.

Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы). Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Понятия отказа, аварии, катастрофы.

Показатели надежности.

Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности. Номенклатура и классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности. Показатели ремонтпригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.

Физические причины повреждений и отказов. Математическая модель надежности объекта.

Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта.

Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности.

Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.

Надежность восстанавливаемых объектов. Математические модели долговечности.

Основные особенности исследования долговечности объектов. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.

Надежность систем.

Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем с расчлененной структурой. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.

Раздел 2. Анализ техногенного риска

Понятие риска и его классификация.

Понятие риска. Основные принципы концепции «приемлемого риска». Математические определения риска. Причины возникновения риска. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков при управлении техногенной безопасностью. Индивидуальный, коллективный, потенциальный территориальный и социальный риски.

Структура техногенного риска.

Проблемы техногенной безопасности. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий на таких объектах. Номенклатура основных источников аварий и катастроф. Природно-техногенные риски и их классификация. Статистика аварий и катастроф. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. Прогнозирование аварий и катастроф. Общая структура анализа техногенного риска.

Обеспечение безопасности технических систем.

Социально-экономические проблемы обеспечения безопасности техники. Снижение опасности риска. Аварийная подготовленность. Аварийное реагирование. Основные принципы обеспечения безопасности. Принцип глубокоэшелонированной защиты и его реализация. Принцип единичного отказа. Пути понижения вероятности отказа.

Регламентация (нормирование) риска.

Допустимый риск. Расчет критериального значения риска. Факторы, затрудняющие формализацию расчета риска. Критериальные значения риска в результате природных явлений и различных видов деятельности. Нормативные значения риска для промышленных объектов.

Надежность персонала.

Система управления. Задачи персонала. Типовые функции персонала и условия их выполнения. Ошибки персонала.

Качественный анализ персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.

Анализ техногенного риска на стадии проектирования.

Основные задачи анализа. Этапы проведения анализа. Анализ исходных событий. Анализ аварийных последовательностей. Анализ надежности элементов объекта. Анализ надежности персонала. Построение «дерева отказов». Анализ конечных состояний. Описание конечных состояний. Оценка последствий.

Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии. Анализ результатов расчета риска. Анализ значимости, чувствительности и неопределенности результатов анализа.

Анализ техногенного риска на стадии эксплуатации.

Задачи анализа. Схема анализа объекта при эксплуатации. Построение «дерева событий». Характеристика показателей безопасности.

Методы вычисления точечных и интервальных оценок показателей рейтинга. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий. Механизм управления безопасностью с использованием рейтингов нарушений.

Экологический риск.

Экологический риск от техногенных аварий и катастроф. Экологический риск от загрязнения подземных вод. Экологический риск в местах добычи радиоактивных материалов, при уничтожении химического оружия, при обращении с радиоактивными отходами.

Темы практических занятий

1. Надежность как комплексное свойство технического объекта

дования и систем управления производством, совершенствование методов снижения техногенного риска).

№	Тема занятия	Интерактивные методы обучения	Кол-во часов
1	Аварии на предприятиях нефтепереработки – причины, стадии развития, последствия	«Аукцион знаний»	4
2	Аварии на предприятиях органического синтеза – причины, стадии развития, последствия	«Аукцион знаний»	4
3	Причины аварийности на производстве, прогнозирование аварий и катастроф	Мозговой штурм	8
4	Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации	«Интеллектуальный футбол»	4
5	Анализ техногенного риска на стадии проектирования техногенных систем.	«Интеллектуальный футбол»	8
6	Анализ техногенного риска на стадии эксплуатации техногенных систем	«Интеллектуальный футбол»	8
Всего			36

Часть практических работ привязаны к темам самостоятельной работы и позволяют контролировать уровень самостоятельной подготовки студентов - практические занятия осуществляются с обсуждением различных вариантов решения поставленных задач, по тематике практические работы привязаны к темам самостоятельной работы.

Для обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья организуется персональное сопровождение компьютерами в образовательном пространстве, которые выполняют посреднические функции с профессорско-

преподавательским составом; увеличивается время на самостоятельное освоение материала.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Рабочей программой дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 2 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины;
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям и оформлению практических работ;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовку к различным формам контроля.

Примерный перечень контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

«Надежность технических систем и техногенный риск»:

1. Понятия и определение надежности, отказа изделия, повреждения, наработки, ресурса, срока службы.
2. Показатели надежности, безопасности, риска. Вероятность безотказной работы.
3. Математические модели теории надежности. Метод построения блок-схем.
4. Построение деревьев отказов. Методика построения дерева отказов.
5. Построение деревьев событий.
6. Метод статистического моделирования.
7. Резервирование систем. Избыточность. Классификация методов резервирования

8. Риск. Классификация рисков.
9. Математическое определение риска.
10. Классификация рисков с позиции управления техногенной безопасностью.
11. Классификация рисков в зависимости от причины их возникновения.
12. Индивидуальный и коллективный риски.
13. Потенциальный территориальный риск.
14. Социальный риск. F-N кривые.
15. Экологический риск.
16. Природно-техногенные риски.
17. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий.
18. Какие бывают группы ущерба.
19. Опасности последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Технологические опасности.
20. Иницирующие события. Промежуточные события, способствующие эскалации аварии. Промежуточные события, способствующие снижению риска. Исходы аварий.
21. Структура полного ущерба. Прямой и косвенный ущерб. Социальные, экономические и экологические стороны тяжелой аварии или катастрофы.
22. Общая структура анализа техногенного риска.
Понятия и определение надежности, отказа изделия, повреждения, наработки, ресурса, срока службы.
23. Показатели надежности, безопасности, риска. Вероятность безотказной работы.
24. Математические модели теории надежности. Метод построения блок-схем.
25. Построение деревьев отказов. Методика построения дерева отказов.
26. Построение деревьев событий.
17. Метод статистического моделирования.
28. Резервирование систем. Избыточность. Классификация методов резервирования
- 29.. Риск. Классификация рисков.
30. Математическое определение риска.

31. Классификация рисков с позиции управления техногенной безопасностью.
32. Классификация рисков в зависимости от причины их возникновения.
33. Индивидуальный и коллективный риски.
34. Потенциальный территориальный риск.
35. Социальный риск. F-N кривые.
36. Экологический риск.
37. Природно-техногенные риски.
38. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий.
39. Какие бывают группы ущерба.
40. Опасности последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Технологические опасности.
41. Иницирующие события. Промежуточные события, способствующие эскалации аварии. Промежуточные события, способствующие снижению риска. Исходы аварий.
42. Структура полного ущерба. Прямой и косвенный ущерб. Социальные, экономические и экологические стороны тяжелой аварии или катастрофы.
43. Общая структура анализа техногенного риска.
44. Экологический риск. Риск поражения населения на химически опасных объектах.
45. Риск токсических эффектов. Заболеваемость.
46. Оценка риска, связанного с воздействием ионизирующего излучения.
47. Радиационная авария. Ионизирующее излучение. Доза поглощения. Линейная передача энергии.
48. Нормативное регулирование безопасности и риска.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация (экзамен)	Итого
8	18	0	20	20	0	12	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 5 лекционных занятий (менее 45%)
1-3 балла	Посещение 5-7 лекционных занятий (28-39%)
4-7 баллов	Посещение 8-9 лекционных занятий (44-50%)
8-8 баллов	Посещение 10-11 лекционных занятий (55- 61%)
9-10 баллов	Посещение 12-14 лекционных занятий (67- 78%)
11-13 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (78- 90%)
14-18 баллов	Посещение 16-18 лекционных занятий (90- 100%) и участие в лекционных дискуссиях

Практические работы

Количество баллов за 1 работу (всего предусмотрено 10 работ)	Критерий оценки
0	Работа не выполнена
1	Работа выполнена и оформлена
2	Работа выполнена самостоятельно, аккуратно оформлена и сдана в срок

Самостоятельная работа

	0	1-8	9-12	13-20
Реферат	Работа не выполнена	Материал в работе подобран не грамотно, тема до конца не раскрыта	Материал соответствует теме работы, но оформлен не в соответствии	Материал соответствует теме работы, оформлен в соответствии с правилами и

			правилами	должен на научном семинаре
--	--	--	-----------	-------------------------------

Другие виды учебной деятельности

0-12 баллов (оцениваются результаты самостоятельных письменных работ)

Промежуточная аттестация (экзамен):

ответ на «отлично» оценивается от 21 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 12 до 20 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 5 до 11 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 4 баллов

Таблица 1.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» в оценку (экзамен):

87-100 баллов	«отлично»
70-86 баллов	«хорошо»
51-69 баллов	«удовлетворительно»
0-50 баллов	«не удовлетворительно»

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» составляет 100 баллов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Теория надежности сложных систем: учеб. пособие/ В. А. Каштанов, А.И. Медведев. -2-е изд., перераб. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. -608 с.

б) дополнительная литература:

1. Надежность технических систем/ В.М. Труханов. -М.: Машиностроение- 1, 2008. 584 с.

2. Техногенный риск. Анализ и оценка: уч. Пособие/ В.Т. Алымов, Н.П Тарасов. М.: Академкнига, 2007. 118 с.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины :

1. Учебная аудитория для чтения лекций.

2. Оверхед-проектор и ПК.

3. Дисплейный класс.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» и профилю «Промышленная безопасность технологических процессов и производств».

Автор:
доцент, к.х.н.



/И.А. Никифоров/

Программа разработана в 2013 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «11» января 2013 года, протокол № 05).

Программа актуализирована в 2015 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «31» августа 2015 года, протокол № 01).

Программа актуализирована в 2016 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «30» июня 2016 года, протокол № 19).

Программа актуализирована в 2018 году (одобрена на заседании кафедры нефтехимии и техногенной безопасности от «30» августа 2018 года, протокол № 01).