

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Алексеевич

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 14:50:30

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института
перспективной инженерии канд.
техн. наук, доцент Порохня А.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Надежность и устойчивость систем

Направление подготовки
Направленность (профиль)

09.04.04 Программная инженерия
Разработка, мониторинг и управление
жизненным циклом инженерных систем
2026
очная
3

Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

Разработано

К.ф.-м.н., доцент, заведующая межинститутской
базовой кафедрой
Новикова Елена Николаевна

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) формирование у магистрантов системных знаний и практических навыков проектирования, реализации, анализа и управления надежностью и устойчивостью сложных программных и программно-аппаратных систем, включая системы автономного управления (БПЛА, робототехнические комплексы), с применением современных методологий и инструментов.

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучить теоретические основы надежности и устойчивости систем: основные понятия, классификацию отказов, метрики надежности.
2. Освоить методологии количественного определения и измерения надежности через разработку, мониторинг и соблюдение SLO, SLI, расчет и использование Error Budget.
3. Научиться проектировать, планировать и проводить эксперименты по обеспечению и проверке устойчивости систем, анализировать их результаты.
4. Приобрести навыки проведения глубокого анализа инцидентов по методологии blameless postmortem, выявления системных коренных причин.
5. Освоить методы разработки и внедрения превентивных мер для повышения отказоустойчивости и устойчивости к сбоям.
6. Изучить подходы к автоматизации процессов реагирования для устранения рутины и повышения устойчивости операций.
7. Научиться формулировать и внедрять корректирующие меры на основе анализа результатов экспериментов и инцидентов.
8. Освоить принципы Chaos Engineering и тестирования устойчивости систем в production-средах.
9. Изучить архитектурные паттерны для обеспечения надежности и отказоустойчивости.
10. Сформировать навыки управления жизненным циклом надежности систем в рамках DevOps-культуры.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность и устойчивость систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (вариативная часть), и является одной из ключевых дисциплин профиля «Разработка, мониторинг и управление жизненным циклом инженерных систем». Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении курсов «Проектирование и оптимизация конвейеров CI/CD», «Архитектура программных систем», «Системное программирование».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-4. Способен количественно определять, измерять, анализировать и управлять надежностью	ИД-1 _{ПК-4} . Определяет и формализует Service Level Objectives (SLO) для различных типов сервисов с учетом бизнес-требований и	Определяет и документирует SLO для веб-сервисов, микросервисов и автономных систем, обосновывая выбор метрик и

сервисов и автономных систем через разработку, мониторинг и соблюдение SLO, SLI, расчет и использование Error Budget	технических ограничений	целевых значений
	ИД-2 _{ПК-4} . Разрабатывает и внедряет Service Level Indicators (SLI) для мониторинга соответствия SLO в реальном времени	Разрабатывает набор SLI, интегрирует их в системы мониторинга, настраивает сбор и агрегацию метрик для оценки соответствия SLO
	ИД-3 _{ПК-4} . Рассчитывает и управляет Error Budget на основе установленных SLO, планируя работы по улучшению надежности	Рассчитывает Error Budget для сервисов, анализирует его расходование, планирует работы по улучшению надежности на основе доступного бюджета ошибок
	ИД-4 _{ПК-4} . Анализирует исторические данные об отказах для расчета базовых метрик надежности (MTBF, MTTR, Availability)	Собирает и анализирует данные об отказах, рассчитывает MTBF, MTTR, Availability, строит тренды и прогнозы надежности
	ИД-5 _{ПК-4} . Настраивает системы мониторинга и алертинга на основе SLO/SLI для проактивного обнаружения проблем	Настраивает Prometheus, Grafana и системы алертинга для мониторинга SLI и автоматического оповещения при приближении к нарушению SLO
ПК-5. Способен проектировать, планировать и проводить эксперименты по обеспечению и проверке устойчивости систем, анализировать их результаты, формулировать и внедрять корректирующие меры для повышения отказоустойчивости и устойчивости к сбоям	ИД-1 _{ПК-5} . Проектирует эксперименты по проверке устойчивости систем с определением гипотез, целей и критериев успеха	Разрабатывает план эксперимента по тестированию устойчивости, определяет гипотезы, метрики успеха, условия проведения и ограничения
	ИД-2 _{ПК-5} . Планирует и проводит Chaos Engineering эксперименты в контролируемых условиях с минимальным воздействием на пользователей	Планирует и проводит Game Days, настраивает ChaosMesh/Gremlin для инъекции отказов, контролирует blast radius и воздействие на пользователей
	ИД-3 _{ПК-5} . Анализирует результаты экспериментов, формулирует выводы и разрабатывает корректирующие меры	Анализирует данные, собранные в ходе экспериментов, выявляет слабые места системы, разрабатывает и приоритизирует корректирующие меры
	ИД-4 _{ПК-5} . Внедряет архитектурные паттерны отказоустойчивости (Circuit Breaker, Retry, Bulkhead) в проектируемые системы	Реализует паттерны Circuit Breaker, Retry с exponential backoff, Bulkhead изоляции в микросервисных архитектурах
	ИД-5 _{ПК-5} . Разрабатывает и внедряет механизмы самовосстановления и graceful degradation для критических	Проектирует и реализует механизмы автоматического восстановления, health checks, readiness probes и

	систем	graceful degradation
ПК-6. Способен проводить глубокий анализ инцидентов по методологии blameless postmortem, выявлять системные коренные причины, разрабатывать и внедрять превентивные меры, а также автоматизировать процессы реагирования для устранения рутины и повышения устойчивости операций	ИД-1 _{ПК-6} . Проводит анализ инцидентов по методологии blameless postmortem, фокусируясь на системных, а не человеческих ошибках	Организует и проводит сессии blameless postmortem, документирует инциденты, выявляет системные коренные причины без поиска виновных
	ИД-2 _{ПК-6} . Применяет методы Root Cause Analysis (5 Whys, диаграммы Исикавы) для выявления глубинных причин инцидентов	Использует метод 5 Whys, строит fishbone диаграммы для анализа сложных инцидентов, идентифицирует системные и процессные проблемы
	ИД-3 _{ПК-6} . Разрабатывает превентивные меры на основе анализа инцидентов для предотвращения повторного возникновения проблем	Формулирует action items по устранению коренных причин, разрабатывает превентивные меры, отслеживает их реализацию и эффективность
	ИД-4 _{ПК-6} . Автоматизирует процессы реагирования на инциденты через создание runbooks и интеграцию с системами мониторинга	Разрабатывает автоматизированные runbooks, интегрирует их с системами мониторинга и алертинга, настраивает автоматическое выполнение corrective actions
	ИД-5 _{ПК-6} . Внедряет ChatOps и системы автоматического управления инцидентами для сокращения времени реагирования (MTTR)	Настраивает ChatOps-ботов для управления инцидентами, автоматизирует эскалацию, уведомления и сбор информации для сокращения MTTR

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 5 з.е. 180 ак.ч.	ОФО, в ак. часах
Контактная работа:	54
Лекции/из них практическая подготовка	18
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	36
Практических занятий/из них практическая подготовка	
Самостоятельная работа	72
Формы контроля	
Экзамен	54
Зачет	
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1	Тема 1. Основы надежности и устойчивости систем. Определения: надежность, отказоустойчивость, устойчивость, живучесть. Классификация отказов и сбоев: аппаратные, программные, человеческие, системные. Метрики надежности: MTBF, MTTR, MTTF, Availability. Принципы проектирования надежных систем	ИД-4 _{ПК-4}	2		2	4
2	Тема 2. Метрики и показатели надежности (SLO/SLI/Error Budget)Service Level Objectives (SLO): определение, типы, best practices. Service Level Indicators (SLI): выбор релевантных метрик, измерение, агрегация. Error Budget: концепция, расчет, управление. Баланс между надежностью и скоростью разработки	ИД-1 _{ПК-4} ИД-2 _{ПК-4} ИД-3 _{ПК-4} ИД-5 _{ПК-4}	2		4	8
3	Тема 3. Методологии анализа инцидентовBlameless Postmortem: принципы, методология, культурные аспекты. Root Cause Analysis (RCA): методы 5 Whys, диаграммы Исикавы (fishbone), деревья отказов. Классификация инцидентов по severity и impact. Документирование инцидентов	ИД-1 _{ПК-6} ИД-2 _{ПК-6} ИД-3 _{ПК-6}	2		6	10
4	Тема 4. Проектирование экспериментов по проверке устойчивостиМетодология планирования экспериментов: определение гипотез, целей, критериев успеха. Дизайн А/В тестов для надежности. Выбор метрик и статистические методы анализа	ИД-1 _{ПК-5} ИД-3 _{ПК-5}	2		2	6

5	Тема 5. Chaos Engineering и тестирование устойчивости Принципы Chaos Engineering: гипотезы, blast radius, steady state. Инструменты для тестирования устойчивости: ChaosMesh, Gremlin, Litmus. Game Days и упражнения по устойчивости: планирование, проведение, анализ результатов	ИД-2 ПК-5 ИД-3 ПК-5	2		4	8
6	Тема 6. Мониторинг и observability Три столпа observability: метрики, логи, трассировки. Инструменты мониторинга: Prometheus, Grafana, Thanos. Алертинг и эскалация: настройка alert rules, routing, notification policies. Сбор и анализ телеметрии: OpenTelemetry, Jaeger, Zipkin	ИД-5 ПК-4 ИД-4 ПК-6	2		4	8
7	Тема 7. Автоматизация процессов реагирования Автоматизация инцидент-менеджмента: runbooks, playbooks, workflows. ChatOps и автоматизированные процессы: Slack/MS Teams bots, автоматические действия. Self-healing системы: автоматическое восстановление, remediation actions	ИД-4 ПК-6 ИД-5 ПК-6 ИД-5 ПК-5	2		6	10
8	Тема 8. Архитектурные паттерны для надежности Резильентные архитектуры: принципы и подходы. Circuit Breaker: реализация, настройка. Retry и Timeout: стратегии, exponential backoff, jitter. Bulkhead и изоляция отказов. Rate limiting и backpressure	ИД-4 ПК-5	2		4	8
9	Тема 9. Управление жизненным циклом надежности Интеграция надежности в DevOps цикл: shift-left testing, reliability as code. Непрерывное улучшение надежности: feedback loops, retrospectives. Культура надежности в организации: blameless culture, learning from failures. Экономические аспекты надежности: cost of downtime, ROI инвестиций в надежность	ИД-3 ПК-4 ИД-3 ПК-5 ИД-3 ПК-6	2		4	10
	Экзамен					
	ИТОГО за 3 семестр		18		36	72
	ИТОГО		18		36	72

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);

- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Бейер, Б. Site Reliability Engineering. Надежность и безотказность как в Google / Б. Бейер, К. Джоунс, Дж. Петофф, Н. Мерфи ; перевод с английского А. А. Слинкина. – Санкт-Петербург : Питер, 2019. – 560 с. – ISBN 978-5-4461-0976-0. – Текст : непосредственный.
2. Розенталь, К. Хаос-инжиниринг / К. Розенталь, Н. Джонс ; перевод с английского А. А. Слинкина. – Москва : ДМК-Пресс, 2021. – 368 с. – ISBN 978-5-97060-796-1. – Текст : непосредственный.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Майерс, С. Observability Engineering. Наблюдаемость в распределенных системах / С. Майерс ; перевод с английского А. А. Слинкина. – Москва : ДМК-Пресс, 2024. – 384 с. – ISBN 978-5-93700-123-4. – Текст : непосредственный.
2. Рэндалл, Дж. Гибкое управление ИТ-инфраструктурой. Внедрение DevOps и SRE на предприятии / Дж. Рэндалл ; перевод с английского А. А. Слинкина. – Москва : ДМК-Пресс, 2019. – 336 с. – ISBN 978-5-97060-567-8. – Текст : непосредственный

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
2. www.eLibrary.ru - Научная электронная библиотека
3. www.iprbookshop.ru - Электронно-библиотечная система IPRbooks

4. <https://sre.google/> - Google SRE Resources
5. <https://prometheus.io/docs/> - Prometheus Documentation
6. <https://grafana.com/docs/> - Grafana Documentation
7. <https://opentelemetry.io/docs/> - OpenTelemetry Documentation
8. <https://chaos-mesh.org/docs/> - ChaosMesh Documentation
9. <https://habr.com/ru/hub/devops/> - Habr DevOps Hub

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
2	Официальная документация Prometheus \ https://prometheus.io/docs/
3	Официальная документация Grafana \ https://grafana.com/docs/
4	OpenTelemetry Documentation \ https://opentelemetry.io/docs/
5	Chaos Engineering Principles \ https://principlesofchaos.org/
6	Google SRE Resources \ https://sre.google/
7	Kubernetes Documentation \ https://kubernetes.io/docs/
8	Docker Documentation \ https://docs.docker.com/
9	Jaeger Documentation \ https://www.jaegertracing.io/docs/
10	Habr (DevOps / SRE) \ https://habr.com/ru/hub/devops/

Программное обеспечение:

1	Prometheus
2	Grafana
3	Alertmanager
4	OpenTelemetry Collector
5	Jaeger
6	Loki
7	ChaosMesh
8	Kubernetes (Minikube/Kind)
9	Docker
10	Python 3.x
11	Go
12	Node.js
13	Git
14	Visual Studio Code
21	Visual Studio Code
22	Git

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные работы	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а

также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.