

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 16 » декабря 20 19 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Системы мониторинга инженерных конструкций
(наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 15.04.03 Прикладная механика
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Динамика и прочность машин, конструкций и механизмов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование у студентов знаний в области проектирования систем мониторинга инженерных конструкций (СМИК); навыки разработки СМИК в совокупности с математической моделью объекта, верификации математической модели объекта средствами СМИК; ознакомление с аппаратно-техническим оснащением СМИК, методами экспериментального исследования объектов.

Задачи дисциплины:

формирование знаний

– знать основные задачи механики конструкций и подходящие средства их эффективного численного решения;

– знать нормативно-правовую базу инженерного и научно-технического сопровождения объектов СМИК на этапах проектирования, строительства и эксплуатации;

формирование умений

– проектирования аппаратно-технической базы СМИК на различных логических уровнях;

– разработки и адаптации узлов СМИК для различных объектов;

формирование навыков

– владеть навыками верификации математической модели инженерной конструкции средствами СМИК;

– навыками проектирования и разработки СМИК объекта.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

– инженерное и научно-техническое сопровождение объектов на этапах проектирования, строительства и эксплуатации;

– системы мониторинга инженерных конструкций;

– математические модели инженерных конструкций в сочетании с системами мониторинга их состояния.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.3	ИД-1ПК-1.3	Знать основные задачи механики конструкций и подходящие средства их эффективного численного решения, нормативно-правовую базу инженерного и научно-технического сопровождения объектов СМИК на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.	Знает основные подходы к планированию и осуществлению экспериментальных исследований, современные методы, средства и стандарты проведения экспериментов;	Зачет
ПК-1.3	ИД-2ПК-1.3	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, полученным с помощью СМИК.	Умеет выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, в том числе планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов, средств и стандартов;	Индивидуальное задание
ПК-1.3	ИД-3ПК-1.3	Владеет навыками реализации СМИК для натурального объекта с применением современной аппаратуры (датчиков, многоканальных тензостанций и программного обеспечения).	Владеет навыками выполнять подтверждение соответствия результатов расчета изучаемого объекта экспериментальным данным, включая планирование и осуществление необходимых испытаний, проектирование и подготовку технической документации на изготовление образцов и оснастки, обработку полученных данных и идентификацию модели с использованием современных методов,	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			средств и стандартов.	
ПК-1.6	ИД-1ПК-1.6	Знает современные методы проектирования систем мониторинга инженерных конструкций.	Знает современные методы проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций;	Зачет
ПК-1.6	ИД-2ПК-1.6	Уметь самостоятельно осуществлять проектирование СМИК с учетом локации опасных зон конкретной конструкции, определенных численным расчетом.	Умеет самостоятельно осуществлять проектирование, конструирование и проведение прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения;	Индивидуальное задание
ПК-1.6	ИД-3ПК-1.6	Владеет навыками проектирования СМИК для натурной конструкции с учетом численного расчета локаций опасного состояния и верификации модели с помощью данных СМИК.	Владеет навыками самостоятельного проектирования, конструирования и проведения прочностных расчетов различных объектов, в том числе авиационных конструкций, летательных и ракетно-космических аппаратов и систем, объектов в области машиностроения и автомобилестроения.	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	8	8	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	10	10	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
4-й семестр				
Введение в СМИК	4	0	0	18
1. Предпосылки организации систем мониторинга напряженно-деформированного состояния строительных конструкций. Нормативно-правовая документация в строительной отрасли. 2. Основы инженерного и научно-технического сопровождения объектов СМИК на этапах проектирования, строительства и эксплуатации. Этапы разработки и проектирования СМИК. Примеры создания, внедрения и использования.				
Математическое моделирование поведения строительных конструкций	4	2	2	18
3. Основы математического моделирования в строительстве. Комплексы прикладных программ механики. 4. Создание, апробация и верификация расчетных моделей объектов СМИК. Примеры математических моделей реально существующих объектов. Разработка СМИК в совокупности с математической моделью объекта.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Аппаратно-техническое оснащение СМИК	4	2	4	18
5. Обзор существующих решений СМИК. Основы создания аппаратно-технической базы СМИК на различных логических уровнях. 6. Разработка и адаптация узлов СМИК для объекта. Верификация математической модели объекта средствами СМИК.				
Экспериментальные исследования объектов СМИК	4	4	4	18
7. Оценка НДС объекта. Численное моделирование поведения конструкции. 8. Проектирование и разработка СМИК объекта. Внедрение и сопровождение СМИК объекта. Прогнозирование поведения конструкции.				
ИТОГО по 4-му семестру	16	8	10	72
ИТОГО по дисциплине	16	8	10	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Изучение нормативно-правовой документации в строительной отрасли.
2	Планирование работ по численному моделированию напряженно-деформированного состояния конкретной конструкции и оценке ее опасных мест согласно нормативным документам.
3	Проектирование и разработка СМИК объекта.
4	Проектирование программно-аппаратной части СМИК.
5	Разработка методов верификации напряженно-деформированного состояния объекта с учетом данных СМИК.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Разработка численной модели поведения конструкции. Оценка напряженно-деформированного состояния объекта.
2	Проектирование и разработка СМИК конструкции в натуре.
3	Выполнение натуральных испытаний конструкции в сочетании со СМИК.
4	Верификация численной модели объекта средствами натуральных испытаний и СМИК.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Кушнер С. Г. Расчет осадок оснований зданий и сооружений / С. Г. Кушнер. - Киев: Будівельник, 1990.	4
2	Основания, фундаменты и подземные сооружения / М. И. Горбунов-Посадов [и др.]. - Москва: Стройиздат, 1985.	22
3	Цытович Н. А. Механика грунтов. Краткий курс : учебник для вузов / Н. А. Цытович. - Москва: URSS, 2009.	30

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Кристенсен Р. М. Введение в механику композитов : пер. с англ. / Р. М. Кристенсен. - Москва: Мир, 1982.	9
2	Тимошенко С. П. Пластинки и оболочки : пер. с англ. / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. - Москва: Наука, Физматлит, 1966.	31
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Шеховцов Г.А., Раскаткина О. В. Контроль пространственного положения и формы строительных конструкций с помощью неметрических цифровых камер: Монография /. - Нижний Новгород: НГАСУ, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks88560	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.02.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Scilab лиц.GNU GPL v2
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	ANSYS (лиц. 1062978)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплекс диагностики и мониторинга динамики машин и состояния инженерных конструкций	1
Лабораторная работа	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Лекция	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Практическое занятие	Парты, стол преподавателя, доска, сервер, локальная сеть, компьютер преподавателя, проектор, экран, сеть Internet	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры	10

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе