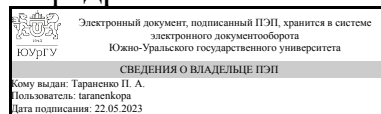


УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



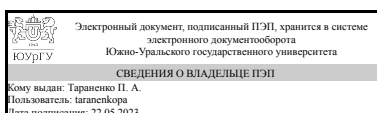
П. А. Тараненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.21.01 Основы планирования эксперимента
для направления 15.03.03 Прикладная механика
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Компьютерное моделирование и испытания высокотехнологичных конструкций
форма обучения очная
кафедра-разработчик Техническая механика

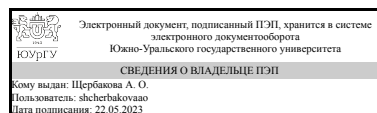
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.03 Прикладная механика, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 729

Зав.кафедрой разработчика,
к.техн.н., доц.



П. А. Тараненко

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



А. О. Щербакова

1. Цели и задачи дисциплины

Изучение основных положений математической теории планирования эксперимента, выработка практических навыков в организации активного эксперимента для их использование в профессиональной деятельности

Краткое содержание дисциплины

Внедрение в практику эксперимента современных экспериментально-статистических методов позволяет существенно повысить эффективность исследований, получить при минимуме затрат средств и времени математическую модель сложного многофакторного процесса, решить задачу оптимизации. В рамках дисциплины: 1) приводятся основные понятия и определения теории планирования эксперимента; 2) излагаются этапы факторных экспериментов (априорный анализ, планирование и проведение эксперимента, статистическая обработка результатов эксперимента, апостериорный анализ) и принимаемые на них решения; 3) рассматриваются методы планирования факторных экспериментов для построения полиномиальных математических моделей объектов и процессов

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знает: проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию и основные понятия дисциплины Умеет: разрабатывать стратегию работы; выполнять априорный и апостериорный анализ; выбирать оптимальный план эксперимента; делать выводы о результатах исследований и при необходимости планировать дальнейшие шаги; методы поиска оптимального результата Имеет практический опыт: обработки результатов многофакторных экспериментов
ПК-3 Способен использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для решения профессиональных задач; планировать и выполнять механические испытания элементов конструкций, обрабатывать и анализировать результаты	Знает: стратегии планирования и организации эксперимента; методы обработки результатов эксперимента Умеет: выполнять априорный анализ; выбирать оптимальный план эксперимента и строить регрессионную модель; обрабатывать результаты эксперимента; делать апостериорный анализ Имеет практический опыт: создания и обработки регрессионных моделей первого и второго порядка
ПК-4 Способен на научной основе организовать свой труд и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным наукоемким процессам, машинам и	Знает: терминологию и основные понятия планирования эксперимента Умеет: применять современные математические программы для обработки результатов многофакторного эксперимента; решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой

конструкциям	степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям Имеет практический опыт: применения результатов и методов планирования эксперимента для решения практических задач и выполнения научных исследований в области прикладной механики
--------------	--

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Аналитическая динамика, Основы автоматизации инженерных расчетов, Численные методы технической механики, Статистическая механика, Теория вероятностей и математическая статистика, Вычислительные методы решения инженерных задач, Цифровое моделирование динамики машин и механизмов, Строительная механика пластин, Строительная механика машин, Теория колебаний, История России, Экспериментальная механика, Теория упругости, Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Основы расчетов на прочность в инженерной практике, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Анализ механической системы твердых тел, Практикум по виду профессиональной деятельности, Строительная механика оболочек	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Строительная механика пластин	Знает: основные гипотезы технической теории пластин, возможности современных численных методов решения задач о пластинах Умеет: записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние пластин, выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей Имеет практический опыт: получения аналитических и численных (с использованием CAE-программ) оценок напряженного состояния в задачах о

	<p>пластинах, применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций из пластин</p>
<p>Дифференциальные уравнения</p>	<p>Знает: основные понятия теории дифференциальных уравнений, типы и стандартные формы записи основных дифференциальных уравнений, методы решения основных дифференциальных уравнений Умеет: применять дифференциальные уравнения для моделирования физических процессов, использовать средства дифференциальных уравнений для обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования и пользоваться при необходимости математической литературой Имеет практический опыт: методов решения дифференциальных уравнений различных типов</p>
<p>Статистическая механика</p>	<p>Знает: методы схематизации случайных процессов, методы расчетной оценки долговечности деталей при многоцикловом случайном нагружении, способы поиска информации, необходимой для решения задач статистической механики, основные положения теорий случайных чисел и случайных процессов, а также статистической динамики Умеет: выполнять схематизацию случайного процесса, получать расчетную оценку усталостной долговечности, критически анализировать информацию о свойствах материалов и условиях работы конструкции, обрабатывать экспериментальные данные, получать статистические характеристики случайных процессов; получать частотные передаточные функции линейных динамических систем Имеет практический опыт: получения расчетной оценки усталостной долговечности, подготовки технической документации, навыками использования пакета программ MathCad для обработки экспериментальных данных и получения функции спектральной плотности случайного процесса</p>
<p>Основы автоматизации инженерных расчетов</p>	<p>Знает: основные физические явления и процессы, системы компьютерной математики для решения задач в области прикладной механики с помощью существующих информационных технологий и компьютерных программ; основы проведения математических вычислений инженерных расчетов в компьютерной программе Mathcad, существующие информационные технологии и компьютерные программы для проведения инженерных расчетов; основы расчетов элементов конструкций и проведения математических вычислений с использованием вычислительных методов Умеет: проводить</p>

	<p>основные математические вычисления в системе Mathcad; применять стандартные математические функции программы Mathcad при проведении необходимых инженерных расчетов, расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость типовых стержневых систем; применять физико-математические методы для решения практических задач; применять вероятностные и статические методы при обработке экспериментальных данных, проводить расчеты на прочность, жесткость и устойчивость типовых стержневых систем и элементов конструкций с помощью программ компьютерной математики; применять современные математические пакеты программ для обработки результатов эксперимента Имеет практический опыт: решения конкретных задач с помощью численных методов; самостоятельного проведения расчетов на прочность, жёсткость и устойчивость типовых элементов конструкций в программе MathCAD; обработки экспериментальных данных при практической работе на компьютере с применением современных вычислительных систем; навыками применения физико-математического аппарата и методов математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности, расчета на прочность элементов конструкций с использованием современных вычислительных систем; применения математического аппарата для статистической обработки результатов эксперимента</p>
<p>Математический анализ</p>	<p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения задач разделов дисциплин математического анализа, фундаментальные основы разделов математического анализа, необходимые для освоения других дисциплин и самостоятельного приобретения знаний Умеет: самостоятельно работать с учебной, справочной и учебно-методической литературой; доказывать теоремы, вычислять определенные интегралы по фигуре; характеризовать векторные поля; находить циркуляцию и поток векторного поля; применять интегралы к решению простых прикладных задач; составлять модели реальных процессов и проводить их анализ, решать типовые примеры и использовать математические методы в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: анализа и синтеза информации, а также употребления математических символов для выражения количественных и качественных отношений объектов; навыками символьных преобразований математических выражений, использования методов математического анализа и моделирования в решении профессиональных</p>

	задач
Анализ механической системы твердых тел	<p>Знает: компьютерные системы моделирования динамики механизмов из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы компьютерного моделирования</p> <p>Умеет: выполнять кинематический и динамический анализ механической системы, разрабатывать виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции</p> <p>Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа механических систем, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для компьютерного моделирования динамических систем, состоящих из твердых тел</p>
Экспериментальная механика	<p>Знает: теоретические основы методов экспериментального определения напряжений, деформаций, перемещений, усилий и колебаний, устройство современного оборудования для исследования напряжений, деформаций, перемещений, усилий и колебаний</p> <p>Умеет: выполнять оценку напряженно-деформированного состояния, нагруженности и прочности деформируемых элементов машин и конструкций от действия механических, тепловых и других нагрузок, определять базовые количественные значения деформаций и напряжений в «реперных (контрольных)» точках конструкции для последующей проверки точности выполняемых расчетных исследований</p> <p>Имеет практический опыт: решения задач оценки деформаций, перемещений, температур и колебаний, обработки и анализа результатов, полученных экспериментальными методами</p>
Теория колебаний	<p>Знает: базовые фундаментальные, естественнонаучные положения теории колебаний, основные понятия, физические основы и методы математического анализа динамического поведения механических систем</p> <p>Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений</p> <p>Имеет практический опыт: выполнять расчет установившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях</p>
История России	<p>Знает: механизм возникновения проблемных ситуаций в разные исторические эпохи, основные этапы историко-культурного развития</p>

	<p>России, закономерности исторического процесса; раконы исторического развития и основы межкультурной коммуникации Умеет: анализировать различные способы преодоления проблемных ситуаций, возникавших в истории, осуществлять поиск, анализ и синтез исторической информации, оценивать достижения культуры на основе знания исторического контекста, анализировать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия; соотносить факты, явления и процессы с исторической эпохой, воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом контекстах Имеет практический опыт: выявления и систематизации различных стратегий действий в проблемных ситуациях, владения навыками бережного отношения к культурному наследию различных эпох; анализа социально-культурных проблем в контексте мировой истории и современного социума</p>
Численные методы технической механики	<p>Знает: основные положения теории погрешностей; методы аппроксимации числовых данных; теоретические основы методов численного интегрирования, дифференцирования, решения нелинейных уравнений и их систем, численного решения задачи Коши и краевой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений Умеет: использовать методы численного интегрирования, дифференцирования, решения нелинейных уравнений и их систем, численного решения задачи Коши и краевой задачи, оценивать погрешность результата Имеет практический опыт: использования пакета программ Mathcad для решения вычислительных задач</p>
Строительная механика оболочек	<p>Знает: возможности современных численных методов решения задач об оболочках, основные гипотезы технической теории оболочек Умеет: выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей, записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние оболочек Имеет практический опыт: применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния оболочечных конструкций, получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния в задачах об оболочках</p>
Аналитическая динамика	<p>Знает: основные понятия теории малых колебаний линейных систем с конечным числом степеней свободы, основные понятия, физические основы и методы математического</p>

	<p>анализа динамического поведения механических систем, базовые фундаментальные, естественнонаучные положения аналитической динамики и теории колебаний Умеет: выполнять расчет собственных частот и собственных форм малых колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, ставить и решать задачи о движении и равновесии материальных объектов, конструкций и сооружений, классифицировать механическую систему на основании выявления наложенных связей и записи их уравнений; определять число степеней свободы механической системы; записывать уравнения движения; составлять и решать характеристическое уравнение; устанавливать характер движения механической системы (колебательный или неколебательный) Имеет практический опыт: расчета установившихся и неустановившихся колебаний линейных консервативных систем с конечным числом степеней свободы, анализа результатов решения задач динамического поведения механических систем с конечным числом степеней свободы, формулировки выводов и оформления отчетов о выполненных исследованиях, записи дифференциальных уравнений движения в прямой форме, обратной форме, с помощью уравнений Лагранжа второго рода</p>
<p>Теория вероятностей и математическая статистика</p>	<p>Знает: основные математические положения, законы, основные формулы и методы решения теории вероятностей; числовые характеристики дискретных случайных величин и их свойства; функцию распределения; биномиальный, геометрический и гипергеометрический законы распределения дискретных случайных величин; непрерывные случайные величины; функции распределения и плотности распределения; равномерное и показательное распределения; нормальное распределение; центральную предельную теорему; основные понятия статистики; оценки теоретических параметров; доверительный интервал; проверка статистических гипотез Умеет: решать типовые задачи по теории вероятностей; применять математические методы для решения типовых профессиональных задач Имеет практический опыт: решения задач по теории вероятностей и математической статистики</p>
<p>Линейная алгебра и аналитическая геометрия</p>	<p>Знает: методы решения линейных уравнений, основы линейного программирования, основные понятия линейной алгебры и аналитической геометрии; основы векторного и матричного исчисления, базовые понятия тензорной алгебры Умеет: методы применения математического аппарата для решения задач оптимизации,</p>

	разбирать доказательства теорем, решать типовые задачи; использовать математический аппарат для освоения теоретических основ механики твердого деформируемого тела Имеет практический опыт: решения задач оптимизации, анализа и синтеза информации, а также использования математического аппарата применительно к решению задач механики
Вычислительные методы решения инженерных задач	Знает: основные вычислительные методы решения инженерных задач Умеет: применять вычислительные методы в профессиональной деятельности Имеет практический опыт: использования вычислительных методов решения инженерных задач
Строительная механика машин	Знает: формулировки задач расчета конструкций различных типов (тонкостенные стержни, толстостенные цилиндры, быстровращающиеся диски, кольцевые детали), возможности современных численных методов решения задач расчета напряженно-деформированного состояния в конструкциях различных типов Умеет: записывать и решать определяющие уравнения, описывающие напряженно-деформированное состояние рассматриваемых конструкций, выбирать методы и приемы моделирования, обеспечивающие эффективность и адекватность расчетных моделей Имеет практический опыт: получения аналитических и численных (с использованием САЕ-программ) оценок напряженного состояния, применения соответствующих численных методов для определения напряженно-деформированного состояния конструкций
Теория упругости	Знает: тензорный аппарат, используемый в механике твердого тела, основные меры напряженно-деформированного состояния, уравнения, законы и принципы теории упругости; основы метода конечных элементов; классические задачи теории упругости в 3D и 2D постановке, основы тензорной алгебры и тензорного анализа, которые с одной стороны необходимы для формирования объемного представления о мерах напряженно-деформированного состояния и основных законах механики твердого деформируемого тела, а с другой стороны помогают развить системное и критическое мышление Умеет: решать задачи теории упругости, привлекая для этого тензорный аппарат; выполнять анализ напряженно-деформированного состояния в точке тела; составлять матричную модель МКЭ стержневой и плоской конструкции, представлять меры напряженного и деформированного состояния в точке тела, а также основные уравнения механики твердого деформируемого тела в тензорной форме, при

	<p>необходимости переходя от нее к координатной и матричной Имеет практический опыт: организации своего труда на научной основе; применения классических задач и методов теории упругости, физико-механических, математических и компьютерных моделей, представления основных уравнений теории упругости в различных формах записи; применения тензорного аппарата к решению задач механики</p>
<p>Практикум по виду профессиональной деятельности</p>	<p>Знает: способы поиска и возможные источники информации по профессиональной тематике, основы численных методов решения задач статики и динамики деформируемого тела, возможные постановки задач в области прикладной механики Умеет: критически анализировать информацию, доступную в профессиональных публикациях, для конкретизации задач исследования, выбирать численные методы для расчета напряженно-деформированного состояния конструкций различных типов, выбирать особенности применения численных методов в конкретных задачах, выбирать способы компьютерной реализации рассматриваемых методов Имеет практический опыт: подготовки обзора литературы с формулировкой целей и задач исследования, подготовки соответствующего доклада, решения задач прочности типовых конструкций с использованием численных методов, использования нормативной документации для интерпретации результатов расчетов, применения современных пакетов программ (CAE) для моделирования конструкций с достаточным уровнем адекватности</p>
<p>Цифровое моделирование динамики машин и механизмов</p>	<p>Знает: современные пакеты 1D и 3D цифрового моделирования динамики сборок из абсолютно твердых тел, теоретические основы и методы цифрового моделирования Умеет: определять кинематические и динамические параметры конструкции (перемещения, скорости и ускорения точек), разрабатывать цифровые виртуальные модели исследуемых механических систем, учитывающих особенности их конструкции Имеет практический опыт: кинематического и динамического анализа систем твердых тел, работы с пакетами многотельной динамики (MultiBody Dynamics) для цифрового компьютерного моделирования динамических систем</p>
<p>Основы расчетов на прочность в инженерной практике</p>	<p>Знает: классические и технические теории и методы, прогрессивные физико-механические, математические и компьютерные модели для оценки предельных состояний разного рода конструкций, обладающие высокой степенью</p>

	<p>адекватности реальным процессам и объектам, современные подходы, в том числе, математические модели к определению предельных состояний элементов конструкций, возникающие при однократном, повторно-переменном и длительном (при повышенной температуре) нагружении Умеет: определять предельные состояния, включая образование трещин, на основе классических и технических теорий и методов, современных адекватных физико-механических, математических и компьютерных моделей, применять современные теории, физико-математические и численные методы исследования закономерностей реализации предельных состояний изделий в условиях однократного, повторно-переменного и длительного нагружения Имеет практический опыт: решения задач, связанных с определением различных предельных состояний, обладать навыками применения адекватных физико-механических, математических и компьютерных моделей, расчетов и навыки использования пакетов прикладных программ, включая академические пакеты МКЭ,, а также новых систем компьютерного проектирования и компьютерного инжиниринга для оценки прочности элементов конструкций</p>
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 40,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36	
Лекции (Л)	12	12	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	31,75	31,75	
Выполнение заданий №№1-4	12	12	
Решение тестовых заданий №№1-4	9	9	
Подготовка к зачету	10,75	10.75	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Тема №1. Основные положения ТПЭ	8	6	2	0
2	Тема 2. Априорный анализ и планы факторных экспериментов для построения линейных моделей	10	0	10	0
3	Тема 3. Проведение эксперимента и статистическая обработка результатов эксперимента	6	0	6	0
4	Тема 4. Центральное композиционное планирование и апостериорный анализ	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Факторный эксперимент. Активный и пассивный эксперимент	2
2	1	Объект исследования. Отклик. Факторы. Математическая модель	2
3	1	Определение параметров математической модели МНК. План эксперимента. Кодирование факторов. Критерии оптимальности	2
4	4	Центральное композиционное планирование для построения квадратичных моделей. Построение ОЦКП второго порядка	2
5	4	РЦКП. Планы Бокса и Хартли	2
6	4	Апостериорный анализ. Поиск оптимальных условий. Метод Гаусса. Метод крутого восхождения. Симплексный метод	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Построение регрессионной модели по результатам пассивного и активного эксперимента	2
2	2	Выбор отклика и факторов. Отсевание факторов и выбор уровней. Выбор математической модели	2
3	2	Построение планов ПФЭ	2
4	2	Проведение эксперимента. Рандомизация. Расчет математических ожиданий откликов и дисперсий воспроизводимости в точках плана. Вычисление оценок параметров модели	2
5	2	Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава"	2
6	2	Построение планов ДФЭ. Обработка результатов ДФЭ 2^{4-1} "Накопление усталостных повреждений"	2
7	3	Статистические методы обработки данных. Основные гипотезы регрессионного анализа. Вычисление грубых ошибок. Проверка однородности дисперсий воспроизводимости. Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава" (часть 2)	2
8	3	Проверка значимости параметров модели. Проверка адекватности модели. Анализ остатков. Доверительные интервалы. Обработка результатов эксперимента "Свойства алюминиевого сплава" (часть 3)	2
9	3	Обработка результатов эксперимента "Трансмиссия (насыщенный план)"	2
10	4	Пример ОЦКП "Растяжение композитного кольца"	2
11	4	Пример РЦКП «Коэффициент Пуассона КМ»	2

12	4	Подготовка к зачету	2
----	---	---------------------	---

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение заданий №№1-4	1) Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт, 2012. - 399 с.; 2) Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с. ил.; 3) Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2011. — 76 с.	8	12
Решение тестовых заданий №№1-4	1) Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт, 2012. - 399 с.; 2) Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с. ил.; 3) Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2011. — 76 с.	8	9
Подготовка к зачету	1) Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт, 2012. - 399 с.; 2) Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с. ил.; 3) Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие —	8	10,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	8	Текущий контроль	Задание 1	3	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания: 1) качество решения задач; 2) качество оформления задач; 3) срок сдачи задач. Оценки: Отлично: задание выполнено в отведенный срок, оформлено качественно и решено верно; Хорошо: имеются незначительные недочеты в решении некоторых элементов, в целом задание выполнено качественно; Удовлетворительно: верно решена большая часть, задание оформлено качественно и сдано в срок; Неудовлетворительно: решены некоторые элементы задания (менее 60%), в решении имеются грубые ошибки, оформление неаккуратное	зачет
2	8	Текущий контроль	Задание 2	3	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания: 1) качество решения задач; 2) качество оформления задач; 3) срок сдачи задач. Оценки: Отлично: задание выполнено в отведенный срок, оформлено качественно и решено верно; Хорошо: имеются незначительные недочеты в решении некоторых элементов, в целом задание выполнено качественно; Удовлетворительно: верно решена большая часть, задание оформлено качественно и сдано в срок; Неудовлетворительно: решены некоторые элементы задания (менее 60%), в решении имеются грубые ошибки, оформление неаккуратное	зачет

3	8	Текущий контроль	Задание 3	3	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания: 1) качество решения задач; 2) качество оформления задач; 3) срок сдачи задач. Оценки: Отлично: задание выполнено в отведенный срок, оформлено качественно и решено верно; Хорошо: имеются незначительные недочеты в решении некоторых элементов, в целом задание выполнено качественно; Удовлетворительно: верно решена большая часть, задание оформлено качественно и сдано в срок; Неудовлетворительно: решены некоторые элементы задания (менее 60%), в решении имеются грубые ошибки, оформление неаккуратное	зачет
4	8	Текущий контроль	Задание 4	3	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерии оценивания: 1) качество решения задач; 2) качество оформления задач; 3) срок сдачи задач. Оценки: Отлично: задание выполнено в отведенный срок, оформлено качественно и решено верно; Хорошо: имеются незначительные недочеты в решении некоторых элементов, в целом задание выполнено качественно; Удовлетворительно: верно решена большая часть, задание оформлено качественно и сдано в срок; Неудовлетворительно: решены некоторые элементы задания (менее 60%), в решении имеются грубые ошибки, оформление неаккуратное	зачет
5	8	Текущий контроль	T1	1	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерий оценивания – процент верных ответов. Баллы: Отлично: число верных ответов более или равно 85%; Хорошо: число верных ответов находится в диапазоне от 75% от 84%; Удовлетворительно: число верных ответов находится в диапазоне от 60% до 74%; Неудовлетворительно: число верных ответов менее 60%	зачет
6	8	Текущий контроль	T2	1	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена	зачет

						приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерий оценивания – процент верных ответов. Баллы: Отлично: число верных ответов более или равно 85%; Хорошо: число верных ответов находится в диапазоне от 75% от 84%; Удовлетворительно: число верных ответов находится в диапазоне от 60% до 74%; Неудовлетворительно: число верных ответов менее 60%	
7	8	Текущий контроль	Т3	1	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерий оценивания – процент верных ответов. Баллы: Отлично: число верных ответов более или равно 85%; Хорошо: число верных ответов находится в диапазоне от 75% от 84%; Удовлетворительно: число верных ответов находится в диапазоне от 60% до 74%; Неудовлетворительно: число верных ответов менее 60%	зачет
8	8	Текущий контроль	Т4	1	5	При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Критерий оценивания – процент верных ответов. Баллы: Отлично: число верных ответов более или равно 85%; Хорошо: число верных ответов находится в диапазоне от 75% от 84%; Удовлетворительно: число верных ответов находится в диапазоне от 60% до 74%; Неудовлетворительно: число верных ответов менее 60%	зачет
9	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	40	Компьютерное тестирование, включающее 10 тестовых вопросов по темам пройденного материала. Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, превышает 60; Не зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, составляет менее 60	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проходит в виде компьютерного тестирования; тест включает 10 тестовых вопросов по темам пройденного материала. Каждый верный ответ оценивается в 4 балла. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, превышает 60; Не зачтено: Итоговый балл, включающий баллы текущего рейтинга, умноженные на 0,6, и баллы, набранные на зачете, составляет менее 60	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
УК-1	Знает: проблемы и задачи, возникающие в ходе планирования и организации эксперимента; терминологию и основные понятия дисциплины	+	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-1	Умеет: разрабатывать стратегию работы; выполнять априорный и апостериорный анализ; выбирать оптимальный план эксперимента; делать выводы о результатах исследований и при необходимости планировать дальнейшие шаги; методы поиска оптимального результата		+	+	+					+
УК-1	Имеет практический опыт: обработки результатов многофакторных экспериментов	+		+	+					+
ПК-3	Знает: стратегии планирования и организации эксперимента; методы обработки результатов эксперимента		+	+	+		+	+	+	+
ПК-3	Умеет: выполнять априорный анализ; выбирать оптимальный план эксперимента и строить регрессионную модель; обрабатывать результаты эксперимента; делать апостериорный анализ		+	+	+					+
ПК-3	Имеет практический опыт: создания и обработки регрессионных моделей первого и второго порядка			+	+					+
ПК-4	Знает: терминологию и основные понятия планирования эксперимента	+	+	+	+		+	+	+	+
ПК-4	Умеет: применять современные математические программы для обработки результатов многофакторного эксперимента; решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	+	+	+	+					+
ПК-4	Имеет практический опыт: применения результатов и методов планирования эксперимента для решения практических задач и выполнения научных исследований в области прикладной механики	+	+	+	+					+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. Учебное пособие для магистров [Текст] учеб. пособие для вузов по специальности "Прикладная математика" Н. И. Сидняев. - М.: Юрайт, 2012. - 399 с. ил., табл.

б) дополнительная литература:

1. Красовский, Г. И. Планирование эксперимента. - Минск: Издательство БГУ, 1982. - 302 с. ил.
2. Спиридонов, А. А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов. - М.: Машиностроение, 1981. - 184 с. ил.
3. Математические методы планирования эксперимента Сб. ст. АН СССР, Сиб. отд-ние, ВЦ; Под ред. В. В. Пененко. - Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1981. - 256 с.
4. Джонсон, Н. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента Пер. с англ. Под ред.: Э. К. Лецкого, Е. В. Марковой. - М.: Мир, 1981. - 520 с. ил.
5. Налимов, В. В. Логические основания планирования эксперимента. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1981. - 151 с.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ердаков, И. Н. Организация и методическое планирование эксперимента Текст учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" И. Н. Ердаков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 87, [1] с. ил.
2. Гусев А.С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций: Учебное пособие для вузов по направлению "Прикладная механика" специальности "Динамика и прочность машин"/ под ред. В.А. Светлицкого / М.: МГТУ им. Баумана, 2009. -222с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ердаков, И. Н. Организация и методическое планирование эксперимента Текст учеб. пособие по направлению 150400 "Металлургия" И. Н. Ердаков ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Metallургия и литейное пр-во ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 87, [1] с. ил.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Григорьев, Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента: линейные модели. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/65949 — Загл. с экрана.

2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Голованов, А.Н. Планирование эксперимента. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Томск : ТГУ, 2011. — 76 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/44958 — Загл. с экрана.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Гусев, А. С. Вероятностные методы в механике машин и конструкций : учебное пособие / А. С. Гусев. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2009. — 224 с. — ISBN 978-5-7038-3160-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106344 (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Солодов, В. С. Практикум по планированию, проведению и обработке эксперимента в исследовании технологических процессов : учебное пособие / В. С. Солодов. — Мурманск : МГТУ, 2018. — 150 с. — ISBN 978-5-86185-951-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/142636 (дата обращения: 11.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. PTC-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	604 (16)	Компьютер, проектор, экран
Практические занятия и семинары	334 (2)	Компьютеры с предустановленным программным обеспечением