

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ –  
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ  
В АСПИРАНТУРЕ

**Направление подготовки 01.06.01 «Математика и механика»**

**Направленность (Профиль):** «Динамика, прочность машин, приборов  
и аппаратуры»

**Аспирантура**

Квалификация - Исследователь. Преподаватель-исследователь

**Форма обучения - очная**

Саратов, 2016

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (ОПОП)

## 1.1 Квалификация выпускника и область профессиональной деятельности

Квалификация:

исследователь, преподаватель-исследователь.

Вид (виды) профессиональной деятельности:

научно-исследовательская и преподавательская деятельность в области механики.

Направленность образовательной программы:

Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Срок освоения ОПОП - 4 года (очная форма).

Трудоемкость ОПОП - 240 зачетных единиц.

Согласно п. 4.1 ФГОС ВО по направлению 01.06.01 – Математика и механика, утвержденному Приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 866, и потребностями региона, областью профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу аспирантуры, является научно-производственная сфера, а именно: наукоемкие высокотехнологичные производства оборонной промышленности, аэрокосмического комплекса, авиастроения, машиностроения, проектирования и создания новых материалов, строительства.

## 1.2 Содержание блоков программы

Образовательная программа включает в себя 4 блока:

- блок 1 «Дисциплины (модули);
- блок 2 «Практики»;
- блок 3 «Научные исследования»;
- блок 4 «Государственная итоговая аттестация».

**Блок 1** состоит из базовой (Б1.Б) и вариативной (Б1.В) частей.

Базовая часть включает в себя дисциплины, являющиеся обязательными для изучения аспирантами согласно ФГОС ВО: «История и философия науки» и «Иностранный язык». Аспирантами изучаются два иностранных языка – английский и немецкий. При наличии в контингенте аспирантов, имеющих базовые знания по французскому языку, организуется изучение французского языка. Фонд оценочных средств разрабатывается на все три языковых профиля и включается в соответствующие рабочие программы.

Вариативная часть включает в себя дисциплины, являющиеся обязательными для изучения аспирантами всех направлений, реализуемых в СГТУ имени Гагарина Ю.А., и дисциплины, отражающими специфику направленности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры, в том числе дисциплины, выбор которых для изучения осуществляется непосредственно обучающимися по данному направлению. Обоснование содержания данных дисциплин приведено в разделе 2.1. Также в вариативную часть блока 2 входят три факультативных дисциплины, изучение которых направлено на завершение теоретической части формирования профессиональных компетенций.

В **блок 2** (Б.2) «Практики» включены педагогическая и научно-организационная практики, которые профессиональные умения в области научно-исследовательской и преподавательской деятельности. Практики являются стационарными и проводятся в аудиториях и научно-исследовательских лабораториях выпускающей кафедры и кафедр, на которых рабо-

тают научные руководители аспирантов. Краткое содержание практик приведено в разделе 2.2.

**Блок 3 «Научные исследования» (Б.3)** включает дисциплины «Научно-исследовательская деятельность», входящие в расписание каждого учебного семестра. Блок 3 является основным в части завершения формирования профессиональных компетенций аспиранта и включает организационно-практические мероприятия, направленные на реализацию полученных аспирантом в процессе изучения дисциплин знаний и умений при обосновании цели и задач научно-квалификационной работы, планировании теоретических и экспериментальных исследований по теме, обработке результатов и оптимизации принятых решений. Научные исследования проводятся аспирантом совместно с научным руководителем, который осуществляет консультирование и контроль выполнения индивидуального плана аспиранта по теме НКР. В зависимости от выбранной темы и планируемой реализации результатов НИД может осуществляться как преимущественно теоретическая (выдвижение и обоснование гипотезы, метода оценки и обеспечения прочностных характеристик технических систем в условиях динамического нагружения), как теоретико-экспериментальная (разработка модели и экспериментальное подтверждение ее работоспособности применительно к задачам выносливости и долговечности элементов технических систем, в том числе многоэлементных), как преимущественно экспериментальная (изучение механизма поведения материалов и конструкций в условиях динамического нагружения, обоснование методов направленного модифицирования материалов с целью повышения их прочности, износостойкости, долговечности). В последнем случае НИД предполагает широкое привлечение статистического аппарата и методов планирования и математической обработки результатов многофакторного эксперимента.

НИД осуществляется в лабораториях выпускающей кафедры, компьютерном классе Института электронной техники и машиностроения СГТУ имени Гагарина Ю.А. с установленным программным комплексом APM Winmachine, позволяющем моделировать напряженно-деформированное состояние технических элементов методом конечных элементов, определять собственные и вынужденные колебания системы с выявлением критических точек. Исследования, требующие изучения напряженно-деформированного состояния конструкций на натурном объекте (транспортные системы, сложное оборудование) может проводиться в ОАО «НИТИ-Тесар» (г. Саратов) и ОАО «Тролза» (г. Саратов).

Ответственность за актуальность темы, объективность и достоверность результатов НИД несет научный руководитель аспиранта.

Основная научная тематика НИД по направленности 01.02.04 изложена в разделе 2.3.

**Блок 4 «Государственная итоговая аттестация» (Б.4)** направлен на оценивание сформированности компетенций согласно ФГОС ВО у выпускника аспирантуры по направленности 01.02.06. Специфика направленности, связанной с изучением поведения материалов и конструкций в условиях динамического нагружения, отражена в вопросах государственного экзамена и тематике НКР. В процессе госэкзамена выпускник аспирантуры показывает полученные теоретические знания в данной предметной области. При оформлении и защите НКР выпускник показывает степень умения применять полученные знания при изучении напряженно-деформированного состояния динамических систем и овладения методиками моделирования, обработки результатов и их документирования в виде статей, презентаций, отчетов, а также владение методикой научного доклада.

### **1.3 Содержание профессиональных компетенций**

Согласно п. 4.1 ФГОС ВО по направлению 01.06.01 – Математика и механика, утвержденному Приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 866, перечень и содержание профессиональных компетенций при реализации программы аспирантуры сформированы выпускающей кафедрой «Техническая механика и детали машин» и включены в рабочие программы

изучаемых дисциплин согласно учебному плану по направлению 01.06.01 – Математика и механика, направленности 01.02.06 «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры», утвержденному приказом ректора 25 .09.2015 г.

Выпускник аспирантуры по направлению 01.02.06 должен быть готов к самостоятельной работе в области:

1. Научно-исследовательской деятельности, включая расчетно-экспериментальную;
2. Научно-педагогической деятельности;
3. Научно-инновационной деятельности.

По окончании аспирантуры по направленности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры:

*Выпускник должен знать*

- научные основы и инструментальные средства проектирования новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов;
- научные основы создания новых поколений машин, приборов, аппаратуры, технологий и материалов, обладающих качественно новыми функциональными свойствами;
- методы совершенствования существующих машин, приборов, аппаратуры и технологий, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками, меньшей материало- и энергоемкостью;
- методы обеспечения эффективности, надежности и безопасности машин, приборов и аппаратуры на всех стадиях жизненного цикла, начиная с выбора конструктивного решения и заканчивая решением вопроса о снятии с эксплуатации или о продлении срока службы;
- методы нахождения оптимальных и/или рациональных конструктивных решений, включая выбор материалов, силовых схем, размеров и т.п.

*Выпускник должен уметь*

1. Применять на практике знания прикладной теории упругости и пластичности, механики материалов (в том числе наноструктурированных), теории линейных и нелинейных колебаний.
2. Эффективно использовать при выполнении исследований с целью создания технических систем и материалов нового поколения основные положения теории устойчивости, равновесия и движения, статистической и технологической механики и надежности машин, приборов и конструкций.
3. Выполнять экспериментальные исследования динамики и прочности машин, приборов, конструкций и материалов.
4. Выполнять математическое моделирование поведения технических объектов и их несущих элементов при статических, динамических, электромагнитных, тепловых, коррозионных и других воздействиях.

*Выпускник должен владеть:*

1. Методами математического моделирования напряженно-деформированного состояния конструкций в условиях динамического нагружения, в том числе высокочастотных гармонических и стохастических колебаний с использованием современных программных продуктов;
2. Методиками планирования и проведения многофакторных экспериментов в том числе, численных и натуральных, методами оптимизации параметров;
3. Методиками практической реализации результатов исследований в реальных конструкциях технологических, транспортных и энергетических машин, а также изделий точной механики, обеспечивающих их надежность и долговечность, а также повышение ресурса в условиях динамического нагружения.

4. Методиками оформления и документирования результатов исследований в виде научных статей, докладов на конференциях российского и международного уровня, подготовки научных презентаций.

5. Современными методиками преподавания дисциплин в предметной области направленности 01.02.06 для студентов машиностроительных профилей подготовки бакалавриата и магистратуры.

Перечисленные знания и умения должны сформировать у выпускника следующие общепрофессиональные компетенции (ПК):

*1. В области научно-исследовательской деятельности*

- способность разрабатывать феноменологические, физические, математические и компьютерные модели поведения материалов и конструкций в условиях эксплуатации, применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований (ПК-1);

- способность критически анализировать современные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций с учетом требований промышленности к разработке и освоению перспективных технических систем, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты (ПК-2);

- способность самостоятельно выполнять научные исследования в области динамики и прочности для приборостроения, технологического машиностроения, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства; решать сложные научно-технические задачи, которые требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей (ПК-3);

- способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности материалов, в том числе неоднородных и наноструктурированных, а также технических систем, исследований в области устойчивости, надежности машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов (ПК-4);

*2. В области научно-педагогической деятельности:*

- способность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов (ПК-5);

- способность проводить лекционные и практические учебные занятия, лабораторные работы, вычислительные практикумы, принимать участие в организации научно-исследовательской работы студентов и магистрантов в вузах; способность преподавать в школах и средних технических учебных заведениях (ПК-6).

*3. В области научно-инновационной деятельности*

- способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных разделов научно-технических проектов, в том числе в рамках Федеральных целевых программ (ПК-7);

- способность разрабатывать и реализовывать проекты с учетом достижений вузовской, академической и отраслевой науки с целью внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ для решения задачи импортозамещения (ПК-8);

## 2. ОБОСНОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИН

### 2.1 Обоснование дисциплин вариативной части блока 1

Современные технологические, транспортные и энергетические технические системы характеризуются большой динамичностью при высоких требованиях к точности выполнения движений и других операций.

Многооперационные станки осуществляют позиционирование по 5-и и более координатам, технологические манипуляторы и перспективные средства реабилитации и обеспечения движения человека – экзоскелеты и бионические протезы характеризуются еще большей степенью подвижности. При этом скорости перемещения узлов и звеньев должны быть максимально высокими для сокращения вспомогательного времени и обеспечения необходимой быстроты реакции, соизмеримой с замещаемыми органами человека.

Высокоскоростное резание особенно многолезвийным и абразивным инструментом композиционных материалов с высокой анизотропией физико-механических свойств вызывают циклическое изменение силы резания с частотой до нескольких тысяч герц, передающиеся через инструмент и деталь на элементы привода станка, что вызывает вибрации, снижающие точность и качество обработки, а также предел усталостной прочности. В связи с изложенным имеет актуальность изучение поведения материалов и конструкций при данном характере нагружения и обоснование таких конструктивных решений, которые бы нивелировали отрицательное влияние динамики процесса на работу технологической машины.

Транспортные системы как воздушные, так и наземные проектируются с учетом их функционирования на больших и сверхбольших скоростях (истребители 6-го поколения и воздушно-космические аппараты в прогнозе должны иметь гиперзвуковые скорости порядка 5М - 6М и более), железнодорожный транспорт уверенно вышел на скорости 200 и более км/ч. Изменение направления движения объекта на подобных скоростях вызывает пиковые положительные и отрицательные ускорения, резко повышающие нагрузки, действующие на весь объект, его несущие конструкции, в том числе – оболочки, а также органы управления, перемещение которых при резко возрастающих силах инерции и Кориолисовых ускорений требует значительных усилий. При этом простое увеличение динамической прочности элементов конструкции за счет увеличения площади сечения (размеров) как правило нецелесообразно по причине возрастания массы, что влечет за собой новое повышение инерционных сил и резкий рост расхода горючего. Применение новых легких композиционных материалов имеет хорошую перспективу, однако с учетом их композиционной структуры необходимо совершенствование методик прочностных расчетов и обоснование новых конструктивных решений на основе многовариантного моделирования, что требует соответствующей базы знаний и умений. При этом следует учитывать, модели и зависимости прочностных расчетов динамически нагруженных конструкций существенно сложнее статичных, применяемых например, в большинстве случаев в строительстве.

Современный исследователь, разработчик новой техники в соответствии с изложенным должен обладать суммой знаний и умений, позволяющих успешно решать изложенные выше проблемы. В этой связи в ОПОП по направленности 01.02.06 включена основная техническая дисциплина Б1.В.ОД.5 «Современные теории и методы расчета на прочность механических конструкций в условиях динамического нагружения», формирующей компетенции ПК-1, ПК-2.

Решение задач оценки прочности сложной конструкции в условиях динамического нагружения представляется сложным, а для оптимизации принятие решения необходимо рассмотрение множества вариантов, что невозможно осуществить чисто экспериментально по причине высокой затратности и трудоемкости подобных опытов, а часто – сложности реализации высокочастотных нагружений со значительными силами. При этом моделирование,

в том числе компьютерное, например – методом конечных элементов или конечных разностей, позволяет приблизиться к адекватному описанию механизма силового воздействия на конструкцию и ее реакции. При этом необходимо владеть методами выбора вида моделей, их построения, проверки адекватности. Теоретическая подготовка выпускника к решению подобных задач профессиональной деятельности и формирование компетенции ПК-1 осуществляется при изучении дисциплины Б1.В.ОД.6 «Математическое моделирование в научных исследованиях».

Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.1, Б1.В.ДВ.2, Б1.В.ДВ.3 формируют группу компетенций ПК-1 – ПК-4 и отражают специализацию аспиранта в одном из двух направлений научных исследований:

- прочность материалов при высокочастотном нагружении, характерном для технологических процессов резания или пластического деформирования с воздействием ультразвуковых колебаний (механизм хрупкого или пластичного разрушения при нагружении динамической силой – экспериментальная направленность);

- специальные разделы сопротивления материалов, посвященные методам расчета напряженно-деформированного состояния находящихся в сложном движении пространственных конструкций (теоретическая направленность).

К дисциплинам первой специализации отнесены «Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин», «Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения», «Спецглавы сопротивления материалов».

Группу дисциплин второй специализации составляют «Спецглавы по теории упругости и пластичности», «Современные методы вычислительной механики», «Спецглавы экспериментальной механики».

Факультативные дисциплины Б1.В.ФВ1 «Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций», Б1.В.ФВ.2 «Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин», Б1.В.ФВ3 «Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем» направлены на углубление знаний и умений, полученных при изучении основных дисциплин и дисциплин по выбору в предметной области направленности 01.02.06.

Конструктивные элементы энергетических машин (турбины, горелочные устройства и др.) находятся под действием высокочастотных вынужденных гармонических колебаний совпадение которых с частотой собственных колебаний системы может привести к резонансу и катастрофическим последствиям. Колебательные процессы в сложных многоэлементных системах такого типа отличаются большим числом собственных верхних и нижних гармоник, выявление которых возможно только с использованием специальных программных продуктов.

Движение транспортных средств по дорогам с покрытием различной степени ровности приводит к случайным негармоническим колебания переменной частоты и амплитуды, которые менее опасны, чем гармонические вследствие малой вероятности резонанса, но не позволяют осуществить строгий прочностной расчет из-за своей стохастичности, что требует применения определенной схематизации процесса нагружения и дают достаточно широкий доверительный интервал, что затрудняет обоснование оптимальной конструкции системы.

Изложенным определяется включение в ОПОП первой факультативной дисциплины, формирующей часть компетенции ПК-4 «...способность овладевать новыми современными методами и средствами ... исследований в области устойчивости, надежности машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов ...».

Вибрации и колебания машин помимо снижения долговечности приводят к нарушению их эксплуатационных характеристик и отрицательно влияют на обслуживающий персонал. В технологических машинах и изделиях точной механики – это прежде всего точность и качество обработки, точность измерений и перемещений. Широкое применение в последнее время аддитивных технологий также делает актуальным снижение интенсивности вибраций

механизмов 3D принтеров, т.к. вибрации механизмов позиционирования стола и печатающей головки приводят к изменению толщины слоя, неравномерности распределения капель материала или частиц порошка и, в конечном итоге – к неоднородности структуры (неравномерная прочность) и к погрешностям формы. Устранение существенного недостатка трехмерной печати, заключающегося в длительности процесса, требует повышения скоростей движения механизмов принтера, что повышает интенсивность вибраций. В транспортных машинах – снижение надежности, непредсказуемые разрушения, необходимость снижения скоростного режима, воздействие на человека, эксплуатирующего машину. Поэтому важно при создании новых машин применять меры к снижению вибраций путем их гашения или недопущения. В этой связи изучение научных основ виброзащиты в рамках второй факультативной дисциплины можно считать целесообразным для аспиранта направленности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры. Ее изучение формирует у обучающегося компетенции ПК-2 в части «...способность критически анализировать современные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций с учетом требований промышленности к разработке и освоению перспективных технических систем...» и ПК-3 в части «...решать сложные научно-технические задачи, которые требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей...».

Как уже отмечалось, динамические системы являются существенно более сложными для строгого математического описания, чем статические системы. Полученные теоретические модели нуждаются в экспериментальном подтверждении и корректировке путем введения эмпирических коэффициентов. Использование новых, в том числе композиционных и наноструктурированных материалов привело к созданию принципиально нового экспериментального оборудования: микроразрывной машины для исследования структуры материалов методом КРС, наносклерометров, атомно-силовых микроскопов. Третья факультативная дисциплина обеспечивает изучение научных основ создания и применения перспективной экспериментальной аппаратуры к предметной области направленности 01.02.06 и формирует компетенции ПК-3 в части «...способности самостоятельно выполнять научные исследования в области динамики и прочности для приборостроения, технологического машиностроения, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства...» и ПК-4 в части «...способности овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности материалов, в том числе неоднородных и наноструктурированных...».

Таким образом предложенные дисциплины вариативной части блока 1 формируют у обучающегося весь пакет профессиональных компетенций, необходимых для осуществления научно-исследовательской деятельности.

## 2.2 Содержание практик и формируемые компетенции

Образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО предусмотрено два вида практик Б.2.1.1 «Педагогическая практика» и Б.2.1.2 «Научно-организационная практика». Указанные практики обучающиеся проходят соответственно в 4-м и 5-м семестрах.

«Педагогическая практика» направлена на формирование следующих компетенций : ОПК-1 «способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий», в результате формирования которой аспирант должен:

- *знать*: методы, оборудование и практические расчеты по исследуемой проблеме в научно-исследовательской деятельности с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;



- *уметь*: самостоятельно применять на практике методы, проводить экспериментальные исследования на оборудовании и выполнять практические расчеты по исследуемой проблеме в научно-исследовательской деятельности с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

- *владеть*: методами и практическими расчетами по исследуемой проблеме в научно-исследовательской деятельности с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий; методикой проведения эксперимента на оборудовании;

ОПК-2 «готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования», в результате формирования которой аспирант должен

- *знать*: обзор материалов по современному состоянию преподаваемой дисциплины; методики проведения и методические материалы для практических и лабораторных занятий;

- *уметь*: предложить обзор материалов по современному состоянию преподаваемой дисциплины в учебных курсах; разработать методические материалы и применить на практических и лабораторных занятиях методики их проведения;

- *владеть*: современным обзором материалов по преподаваемой дисциплине; методиками проведения и методическими материалами для практических и лабораторных занятий;

ПК-5 «способность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов», в результате формирования которой аспирант должен

- *знать*: обзор материалов по современному состоянию преподаваемой дисциплины; методики проведения и методические материалы для практических и лабораторных занятий; учебные программы дисциплин и курсов;

- *уметь*: предложить обзор материалов по современному состоянию преподаваемой дисциплины в учебных курсах, на консультациях, коллоквиумах; разработать методические материалы и применить на практических и лабораторных занятиях методики их проведения; разрабатывать учебные программы дисциплин и курсов;

- *владеть*: современными методиками сбора, анализа и составления обзора материалов по преподаваемой дисциплине; методиками проведения и методическими материалами для практических и лабораторных занятий; материалом по читаемым учебным программам дисциплин и курсам;

ПК-6 «способность проводить лекционные и практические учебные занятия, лабораторные работы, вычислительные практикумы, принимать участие в организации научно-исследовательской работы студентов и магистрантов в вузах; преподавать в школах и средних технических учебных заведениях», в результате формирования которой аспирант должен

-*знать*: педагогическое мастерство и современные подходы для преподавания лекционных курсов; материалы и оборудование для проведения практических учебных занятий, лабораторных работ, вычислительных практикумов; методику по организации НИР студентов и магистрантов в вузах; а так же методы преподавания в школах и средних технических учебных заведениях;

-*уметь*: применять самостоятельно педагогическое мастерство и современные подходы для преподавания лекционных курсов с использованием интернет-технологий; объяснить материалы для проведения практических учебных занятий, лабораторных работ, вычислительных практикумов; провести экспериментальную часть на оборудовании; организовать НИР студентов и магистрантов в вузах; провести занятия в школах и средних технических учебных заведениях;

- *владеть*: педагогическим мастерством и современными подходами для преподавания лекционных курсов с использованием информационно-коммуникационных технологий; материалами для проведения практических учебных занятий, лабораторных работ, вычислительных практикумов; навыками для проведения исследовательских работ на современном оборудовании; знаниями и методиками по организации НИР студентов и магистрантов в

вузах; а так же методами преподавания в школах и средних технических учебных заведениях.

При прохождении педагогической практики используются современные образовательные технологии: информационно-коммуникационные технологии; проектные методы обучения; исследовательские методы в обучении; проблемное обучение. При прохождении педагогической практики аспирантами используются также методики по сбору, анализу и систематизации научного материала; методики написания научных статей, докладов, выпускных научно-квалификационных работ.

Основной формой деятельности аспирантов при прохождении педагогической практики является самостоятельная работа с консультацией у научного руководителя и обсуждением основных этапов ПП.

Самостоятельная подготовка осуществляется регулярно в рамках каждого этапа педагогической практики и определяется индивидуальным планом ПП.

Самостоятельная работа аспирантов предназначена для более глубокого усвоения дисциплины, для эффективного прохождения педагогической практики. Самостоятельная работа аспирантов связана с изучением (подбором, анализом и интерпретацией) литературы по преподаваемым дисциплинам, работой с поисковыми системами, базами данных, сайтами, библиотечными (традиционными и электронными) каталогами.

*Виды самостоятельной работы в процессе педагогической практики:*

- подготовка к составлению индивидуального плана педагогической практики;
- анализ и систематизация периодических источников и научной литературы по техническим специальностям;
- подготовка доклада и выступления на научной конференции, посвящённой вопросам образования;
- подготовка к собеседованию с научным руководителем по итогам выполнения каждого этапа практики;
- подготовка отчета о выполненной работе.

«Научно-организационная практика» также, как «Педагогическая практика» направлена на формирование общепрофессиональных ОПК-1, ОПК-2 и профессиональных ПК-5, ПК-6 компетенций.

Целью научно-организационной практики является формирование компетенций аспиранта, направленных на реализацию практических навыков на основе приобретенных в процессе обучения знаний, умений, опыта научно-организационной и аналитической деятельности. При этом решаются следующие задачи:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний и практических навыков проведения научно-организационных мероприятий;
- применение этих знаний и полученного опыта при решении актуальных научных задач;
- овладение профессионально-практическими умениями;
- стимулирование навыков самостоятельной аналитической работы;
- усвоение приемов, методов и способов обработки, представления и интерпретации результатов проведенных практических исследований;
- презентация навыков публичной дискуссии и защиты научных идей.

По итогам прохождения научно-организационной практики аспирант предоставляет на профильную кафедру следующую отчетную документацию:

- индивидуальный план прохождения научно-организационной практики с визой руководителя практики;
- отчет о прохождении практики и материалы, прилагаемые к отчету;
- отзыв руководителя практики о прохождении практики.

По итогам выполнения индивидуального плана научно-организационной практики кафедра проводит аттестацию аспиранта на основании представленного отчета о прохожде-

нии научно-организационной практики, материалов, прилагаемых к отчету, отзыва руководителя практики о прохождении научно-организационной практики. По результатам аттестации аспиранту выставляется дифференцированный зачет.

Таким образом практики блока 2 формируют у обучающегося весь пакет общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления научно-педагогической деятельности.

### 2.3 Содержание научно-исследовательской деятельности

Цель научно-исследовательской деятельности – подготовка высокопрофессиональных научных кадров, способных творчески мыслить, умеющих видеть актуальные проблемы в исследуемой области, ставить перед собой творческие задачи и находить пути их решения.

Научно-исследовательская деятельность аспирантов осуществляется в рамках одного из двух научных направлений кафедры «Техническая механика и детали машин»:

1) Обоснование механизма повышения прочностных характеристик композиционных конструкционных материалов на основе неоднородных концентрированных диэлектрических сред путем формирования регулярных наноструктур в комбинированном СВЧ электромагнитном и ультразвуковом поле;

2) Оценка ресурсов элементов несущих систем машин при случайном характере их нагружения.

Научно-исследовательская деятельность направлена на формирование у аспиранта общепрофессиональных ОПК-1, ОПК-2 и профессиональных ПК-7, ПК-8 компетенций.

В результате выполнения заданий по научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы обучающиеся должны

согласно ПК-7:

*знать*: - планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, вопросы технико-экономического обоснования инновационных разделов научно-технических проектов, в том числе в рамках Федеральных целевых программ;

*уметь*: - анализировать и интерпретировать полученные результаты научных исследований по инновационной деятельности научно-производственного коллектива, составлять технико-экономическое обоснование для научно-технических проектов и для научных программ;

*владеть*: методами по разработке планов и программ для организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, вопросами технико-экономического обоснования инновационных разделов научно-технических проектов, в том числе в рамках Федеральных целевых программ;

согласно ПК-8:

*знать*: - этапы разработки и реализации проектов с учетом достижений вузовской, академической и отраслевой науки; методы внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ для решения задач импортозамещения;

*уметь*: - самостоятельно вести научно-исследовательскую деятельность, решать задачи по разработке и реализации проектов с учетом достижений вузовской, академической и отраслевой науки; внедрять инновационные разработки на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ для решения задач импортозамещения;

*владеть*: знаниями для разработки и реализации проектов с учетом достижений вузовской, академической и отраслевой науки; методами внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ для решения задач импортозамещения.

*Формы научно-исследовательской деятельности и подготовки научно-квалификационной работы:*

- выполнение исследований в соответствии с утвержденным индивидуальным планом,
- участие в научно-исследовательских семинарах по программе обучения в аспирантуре,
- подготовка докладов и выступлений на научных конференциях, семинарах, симпозиумах,
- участие в конкурсах научно-исследовательских работ,
- подготовка и публикация научных статей, в том числе в журналах из перечня ВАК.

Выполнение аспирантами научно-исследовательской деятельности в соответствии с научными направлениями кафедры «Техническая механика и детали машин» и содержанием изученных ранее обязательных и вариативных дисциплин обеспечивается наличием в СГТУ имени Гагарина Ю.А. следующего оборудования и аналитической аппаратуры:

- машина испытательная универсальная ИР 5082-100;
- установка компьютерная экспериментальная «Исследование соединений»;
- комплекс виброакустический ВК-01;
- цифровой микротвердомер HVS-1000B;
- ультразвуковой генератор УЗГИ-1М;
- разрывная машина Р-5;
- компьютеры СТ АТХ/GA-M68SM-S2/430W//AWD (компьютерный класс на 11 мест);
- атомно-силовой микроскоп СММ-2000;
- 3D принтер Fortus 250MC, использующий нить типа MBS;
- 3D принтер ZPrinter 450 для печати неметаллическими порошками с использованием связующего;
- компьютерный анализатор изображений микроструктур АГПМ-6М.

На компьютерах помимо стандартного установлено следующее лицензионное программное обеспечение, используемое для моделирования и обработки результатов исследований:

- Mathcad 14.0 M011;
- АСКОН КОМПАС-3D V13, V16;
- APM WinMachine V12, V13 (16 мест) с модулем конечно-элементного анализа Structure-3D;
- DreamsPark Premium MS;
- Profilograph;
- Borland Turbo Delphi;
- CorelDRAW Graphics Suite X6;
- MathWork MATLAB R2012a;
- PascalABC.NET;
- Среда программирования Free Pascal;
- SolidWorks для ВУЗов.

## **2.4 Промежуточная и государственная итоговая аттестация аспирантов**

Образовательной программой предусматривается два вида аттестаций: промежуточная (кандидатский экзамен) и государственная итоговая аттестация, включающая государственный экзамен и научно-квалификационную работу (НКР).

Кандидатские экзамены по философии и иностранному языку сдаются по окончании изучения соответствующих курсов. Кандидатский экзамен по специальности предусмотрен в рамках изучения последней обязательной дисциплины Б1.В.ОД6 в 4-м семестре, поскольку к этому моменту времени обучающимся изучено большинство обязательных, вариативных дисциплин и все факультативные.

В основу программы государственного экзамена положены три блока вопросов:

- Методология и методика научного исследования.
- Прочность конструкций технологических, транспортных и энергетических машин в условиях динамического нагружения.

- Методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций и научные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин.

Вопросы сформированы на основе дисциплин обязательных и вариативных дисциплин учебного плана.

Экзаменационное задание для аспиранта содержит три вопроса, которые формируются по одному вопросу из каждого указанного выше блока вопросов.

Государственный экзамен проводится в письменно-устной форме. Вопросы формируются в виде экзаменационных билетов которые подписывает Председатель экзаменационной комиссии.

Выпускнику для подготовки ответов дается 20 минут на каждый из вопросов билета.

Для подготовки письменного ответа выпускник получает три листа бумаги формата А4, подписанные заведующим выпускающей кафедрой и заверенные печатью факультета (института), где обучался выпускник.

После письменного ответа на вопросы экзаменующийся подписывает каждый из оформленных листов и сдает их председателю экзаменационной комиссии.

Правильность ответов и достаточность по объему оценивают члены комиссии независимо друг от друга и выставляют оценку по каждому из вопросов. Общая оценка формируется как средний балл.

Научно-квалификационная работа оформляется аспирантов на основе результатов, полученных в ходе научно-организационной практики и научно-исследовательской деятельности.

НКР выполняется в виде кандидатской диссертации в период обучения в аспирантуре и представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития экологических знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Цель выполнения и защиты НКР – оценить способность аспиранта проводить научно-исследовательскую работу по направлению подготовки в аспирантуре и представлять результаты своего исследования, определить соответствие НКР требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям и готовность аспиранта к представлению диссертационной работы в Диссертационный совет.

Задачи защиты НКР:

- Аспирант должен определить и доказать актуальность, научную новизну и практическую значимость НКР.

- Аспирант должен продемонстрировать личный вклад в проведенные исследования, представить научные публикации со своим участием по теме исследования – не менее 2-х в рецензируемых изданиях из списка ВАК и не менее 7 тезисов докладов на конференциях.

- Аспирант должен продемонстрировать знания, понимание и умения, позволяющие самостоятельно проводить исследования в области экологии, интерпретировать результаты, описывать, анализировать и обсуждать их на основе известных литературных данных, формулировать и аргументировать выводы и решения, излагать свои решения и знания, интерпретировать их для специалистов и неспециалистов четко и однозначно.

В процессе государственного экзамена и публичной защиты НКР у обучающегося окончательно формируются, а государственной комиссией оценивается полнота сформированности универсальных УК-1 – УК-5, общепрофессиональных ОПК-1 – ОПК-2 и профессиональных ПК-1 – ПК-8 компетенций.

## **2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ОПОП** (Требования к результатам освоения образовательной программы)

Результаты освоения ОПОП аспирантуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности и направленностью обучения.

### **2.1. Паспорт компетенций:**

#### *Универсальные компетенции*

УК - 1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК - 2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК - 3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК - 4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК - 5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития

#### *Общепрофессиональные компетенции*

ОПК - 1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
---------	--

ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
-------	--

### *Профессиональные компетенции*

ПК - 1	способность разрабатывать феноменологические, физические, математические и компьютерные модели поведения материалов и конструкций в условиях эксплуатации, применять теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований
ПК - 2	способность критически анализировать современные проблемы динамики и прочности материалов и конструкций с учетом требований промышленности к разработке и освоению перспективных технических систем, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты
ПК - 3	способность самостоятельно выполнять научные исследования в области динамики и прочности для приборостроения, технологического машиностроения, топливно-энергетического комплекса, транспорта и строительства; решать сложные научно-технические задачи, которые требуют разработки и применения математических и компьютерных моделей
ПК - 4	способность овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности материалов, в том числе неоднородных и наноструктурированных, а также технических систем, исследований в области устойчивости, надежности машин и приборов, обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов
ПК - 5	способность принимать непосредственное участие в учебной и учебно-методической работе кафедр и других учебных подразделений по профилю направления, участвовать в разработке программ учебных дисциплин и курсов
ПК - 6	способность проводить лекционные и практические учебные занятия, лабораторные работы, вычислительные практикумы, принимать участие в организации научно-исследовательской работы студентов и магистрантов в вузах; способность преподавать в школах и средних технических учебных заведениях

ПК - 7	способность разрабатывать планы и программы организации инновационной деятельности научно-производственного коллектива, разрабатывать технико-экономическое обоснование инновационных разделов научно-технических проектов, в том числе в рамках Федеральных целевых программ
ПК - 8	способность разрабатывать и реализовывать проекты с учетом достижений вузовской, академической и отраслевой науки с целью внедрения инновационных разработок на высокотехнологичных промышленных предприятиях, в НИИ и КБ для решения задачи импортозамещения

## 2.2. Матрица компетенций

**Вид профессиональной деятельности: научно-исследовательская деятельность в области фундаментальной и прикладной математики, механики, естественных наук**

### Универсальные компетенции

	Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом	Универсальные компетенции				
		Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции
		способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях УК-1	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки УК-2	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач УК-3	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках УК-4	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития УК-5
Блок1	Дисциплины (модули)					
Б.1Б	Базовые дисциплины					
Б1.Б1	История и философия науки	+	+			+
Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	
Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	



Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины					
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе					+
Б1.В.ОД.2	Профессионально- ориентированная коммуникация в системе высшего образования				+	+
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования	+	+			
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования	+	+	+	+	
Б1.В.ОД.7	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения					
Б1.В.ОД.9	Математическое моделирование в научных исследованиях					
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору					
Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности					
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики					
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики					
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины					
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций					
Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин					

Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем					
Блок 2	Практики					
Б.2.1.1	Педагогическая практика					
Б.2.1.2	Научно-организационная практика					
Блок 3	Научно-исследовательская работа					
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность					
Блок 4	Государственная итоговая аттестация					
Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+	+	+	+
Б.4.1.2	Защита ВКР	+	+	+	+	+

### Общепрофессиональные компетенции

	Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом	Общепрофессиональные компетенции	
		Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции
		способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий ОПК-1	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования ОПК-2
Блок 1	Дисциплины (модули)		
Б1.Б	Базовая часть		
Б1.Б1	История и философия науки		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.В	Вариативная часть		
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины		
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе		+

Б1.В.ОД.2	Профессионально- ориентированная коммуникация в системе высшего образования		+
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования		
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования		
Б1.В.ОД.5	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения		
Б1.В.ОД.6	Математическое моделирование в научных исследованиях		
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору		
Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности		
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики		
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики		
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины		
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций		
Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин		
Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем		
Блок2	Практики		
Б.2.1.1	Педагогическая практика	+	+

Б.2.1.2	Научно-организационная практика	+	+
Блок3	Научно-исследовательская работа		
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность		
Блок 4	Государственная итоговая аттестация		
Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+
Б.4.1.2	Защита ВКР	+	+



Б1.Б1	История и философия науки								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.В	Вариативная часть								
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины								
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе								
Б1.В.ОД.2	Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования								
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования								
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования								
Б1.В.ОД.5	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения	+	+						
Б1.В.ОД.6	Математическое моделирование в научных исследованиях	+							

Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору								
Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности	+		+	+				
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики	+	+	+	+				
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики	+		+					
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины								
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций				+				

Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин		+	+					
Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем			+	+				
Блок 2	Практики								
Б.2.1.1	Педагогическая практика					+	+		
Б.2.1.2	Научно-организационная практика					+	+		
Блок 3	Научные исследования								
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность							+	+
Блок 4	Государственная итоговая аттестация								
Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+	+	+	+	+	+	+
Б.4.1.2	Защита НКР	+	+	+	+	+	+	+	+



**Вид профессиональной деятельности: преподавательская деятельность в области математики, механики, естественных наук**

**Универсальные компетенции**

	Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом	Универсальные компетенции				
		Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции
		способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях УК-1	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки УК-2	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач УК-3	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках УК-4	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития УК-5
Блок1	Дисциплины (модули)					
Б.1Б	Базовые дисциплины					
Б1.Б1	История и философия науки	+	+			+
Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	
Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	
Б1.Б2	Иностранный язык			+	+	
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины					
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе					+
Б1.В.ОД.2	Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования				+	+
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования	+	+			
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования	+	+	+	+	

Б1.В.ОД.7	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения					
Б1.В.ОД.9	Математическое моделирование в научных исследованиях					
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору					
Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности					
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики					
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики					
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины					
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций					
Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин					
Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем					
Блок 2	Практики					
Б.2.1.1	Педагогическая практика					
Б.2.1.2	Научно-организационная практика					
Блок 3	Научно-исследовательская работа					
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность					
Блок 4	Государственная итоговая аттестация					

Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+	+	+	+
Б.4.1.2	Защита ВКР	+	+	+	+	+

### Общепрофессиональные компетенции

	Наименование дисциплин (модулей) в соответствии с учебным планом	Общепрофессиональные компетенции	
		Код компетенции, содержание компетенции	Код компетенции, содержание компетенции
		способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий ОПК-1	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования ОПК-2
Блок 1	Дисциплины (модули)		
Б1.Б	Базовая часть		
Б1.Б1	История и философия науки		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.Б2	Иностранный язык		
Б1.В	Вариативная часть		
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины		
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе		+
Б1.В.ОД.2	Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования		+
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования		
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования		
Б1.В.ОД.5	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения		
Б1.В.ОД.6	Математическое моделирование в научных исследованиях		
Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору		

Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности		
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики		
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики		
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины		
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций		
Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин		
Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем		
Блок2	Практики		
Б.2.1.1	Педагогическая практика	+	+
Б.2.1.2	Научно-организационная практика	+	+
Блок3	Научно-исследовательская работа		
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность		
Блок 4	Государственная итоговая аттестация		
Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+
Б.4.1.2	Защита ВКР	+	+



Б1.Б1	История и философия науки								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.Б2	Иностранный язык								
Б1.В	Вариативная часть								
Б1.В.ОД	Обязательные дисциплины								
Б1.В.ОД.1	Преподавательская деятельность в ВУЗе								
Б1.В.ОД.2	Профессионально-ориентированная коммуникация в системе высшего образования								
Б1.В.ОД.3	Методология современного научного исследования								
Б1.В.ОД.4	Методика научного исследования								
Б1.В.ОД.5	Современные теории и методы расчета на прочность механических систем и конструкций в условиях динамического нагружения	+	+						
Б1.В.ОД.6	Математическое моделирование в научных исследованиях	+							

Б1.В.ДВ	Дисциплины по выбору								
Б1.В.ДВ1	Динамические расчеты технологических, транспортных и энергетических машин / Спецглавы по теории упругости и пластичности	+		+	+				
Б1.В.ДВ2	Прочность материалов и конструкций при высоких частотах нагружения / Современные методы вычислительной механики	+	+	+	+				
Б1.В.ДВ3	Спецглавы сопротивления материалов / Спецглавы экспериментальной механики	+		+					
Б1.В.ФВ	Факультативные дисциплины								
Б1.В.ФВ1	Компьютерные методы исследования собственных и вынужденных колебаний сложных конструкций				+				

Б1.В.ФВ2	Теоретико-экспериментальные основы виброзащиты технологических, транспортных и энергетических машин		+	+					
Б1.В.ФВ3	Экспериментальные методы и аппаратура исследования напряженно-деформированного состояния технических систем			+	+				
Блок 2	Практики								
Б.2.1.1	Педагогическая практика					+	+		
Б.2.1.2	Научно-организационная практика					+	+		
Блок 3	Научные исследования								
Б.3.1	Научно-исследовательская деятельность							+	+
Блок 4	Государственная итоговая аттестация								
Б.4.1.1	Государственный экзамен	+	+	+	+	+	+	+	+
Б.4.1.2	Защита НКР	+	+	+	+	+	+	+	+