



**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»**

**Общая характеристика (концепция) образовательной программы  
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
по научным специальностям:**

**1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**

**Москва, 2022**

### Общая характеристика (концепция) программы

Требования, на основе которых реализуется программа	«Требования к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», (утверждены ученым советом НИУ ВШЭ 17.12.2001, протокол № 14)
Реквизиты и дата утверждения программы	Утверждена ученым советом ____, протокол № __
Научные специальности программы	1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
Срок и форма обучения	3 года, очно
Язык обучения	Русский, английский
Сетевая форма реализации	Нет
Программа расширенной образовательной компонентой	Нет
Направленность (профиль) программы аспирантуры (адъюнктуры)	-
Профильный диссертационный совет НИУ ВШЭ	<i>Диссертационный совет по инженерным наукам и прикладной математике</i>
Аспирантская школа	<i>Аспирантская школа по техническим наукам</i>

## Результаты обучения по программе

Компонент	Полученные образовательные результаты
Образовательный компонент	ОР – 1. Сданный кандидатский экзамен (экзамены) по научной специальности подготавливаемой диссертационной работы.
	ОР – 2. Освоенные дисциплины, предусмотренные учебным планом программы. Результаты обучения по дисциплинам устанавливаются программами дисциплин.
	ОР – 4. Доклад (ды) / участие с докладом (дами) на научной конференции/семинаре (в том числе на иностранном языке) по результатам проведенного научного исследования.
Научный компонент	<p>ОР – 3. «Research proposal», включающий обоснование выбора темы диссертации; обзор литературы по теме диссертации; развернутый план диссертационного исследования.</p> <p>ОР – 5. Подготовленные рукописи научных публикаций (в том числе на иностранном языке) для журналов и изданий, входящих в Web of Science, Scopus, MathSciNet / для изданий, входящих в список журналов высокого уровня, подготовленный в НИУ ВШЭ / для сборников материалов конференций уровня В, А или А* по CORE в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 7. Наличие опубликованных (принятых в печать) статей в журналах и изданиях, входящих в Web of Science, Scopus, MathSciNet / в список журналов высокого уровня, подготовленный в НИУ ВШЭ / в сборники материалов конференций уровня В, А или А* по CORE в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 8. Наличие текста отдельных разделов/глав диссертации (при подготовке диссертации в виде отдельной целостной работы).</p> <p>ОР – 9. Подготовленное введение и заключение к диссертации в соответствии с требованиями, установленными профильным диссертационным советом НИУ ВШЭ.</p> <p>ОР – 6. Подготовленное резюме диссертации, в том числе на английском языке.</p> <p>ОР - 10. Успешное обсуждение диссертации на соискание ученой степени кандидата наук с выдачей заключения НИУ ВШЭ как организации, на базе которой выполнялась диссертация</p>

## ***Общая характеристика программы***

Срок освоения программы аспирантуры в очной форме составляет 3 года и устанавливается в соответствии с федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 (вступающими в силу с 01.03.2022).

Обучение по программе аспирантуры в НИУ ВШЭ осуществляется в очной форме. Объем программы аспирантуры составляет 15 зачетных единиц (далее – з.е.) вне зависимости от применяемых образовательных технологий, реализации программы аспирантуры по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении.

При освоении программы аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья НИУ ВШЭ вправе продлить срок освоения такой программы не более чем на один год по сравнению со сроком, установленным для соответствующей формы обучения.

При реализации программы аспирантуры для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе при применении электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, используются доступные формы приема-передачи информации.

При реализации программы аспирантуры НИУ ВШЭ вправе применять электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

Процесс обучения предполагает существенную долю самостоятельной работы аспиранта, регулярное взаимодействие с научным руководителем и профильной Аспирантской школой. Одной из технологий обучения по программе аспирантуры может быть включение аспирантов в исследовательские проекты НИУ ВШЭ, в том числе на условиях трудового договора.

## ***Актуальность, цели и задачи программы***

Новизна и значение научных и технических проблем данного направления для экономики состоит в разработке новых и совершенствовании существующих методов и средств измерений, решении новых научно обоснованных организационных и методических проблем, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, а также устранение и исключение отрицательных последствий недостоверных результатов измерений. Важность решения научно-технических проблем данной специальности состоит в создании и совершенствовании теоретической и технической базы средств вычислительной техники и систем управления, обладающих высокими качественными и эксплуатационными показателями, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса и имеющих важное практическое значение.

Образовательная программа является логическим завершением выстроенной вертикали высшего технического образования в НИУ ВШЭ. Программа базируется на наборе академически сильных студентов магистерских программ МИЭМ, физического факультета НИУ ВШЭ и на высокой квалификации профессорско-преподавательского состава МИЭМ, исследовательских институтов и лабораторий,

проводящих исследования в области информатики и вычислительной техники.

Цель образовательной программы аспирантуры по направлению подготовки кадров высшей квалификации «Системный анализ. Математическое моделирование. Информационные технологии» состоит в развитии у обучающихся личностных качеств, формировании универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций и приобретении ими необходимых для осуществления профессиональной деятельности знаний, умений, навыков, опыта деятельности и подготовки к защите научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата технических наук по научным специальностям: 2.2.10 – «Метрология и метрологическое обеспечение», 2.3.2 – «Вычислительные системы и их элементы», 2.3.3 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами», 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 2.3.1. «Системный анализ, управление и обработка информации»; 2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования.

Для достижения поставленной цели предполагается решение следующих взаимосвязанных **задач**:

а) в части *качества образования*:

- создание условий для успешного прохождения и завершения всех запланированных в программе учебных курсов, научно-педагогической и научно-исследовательской практик, подготовки к сдаче кандидатского экзамена, государственной итоговой аттестации;
- проведение постоянного мониторинга качества преподаваемых учебных курсов для аспирантов;
- получение и реагирование на обратную связь со стороны аспирантов по разным аспектам реализации образовательной программы;
- стимулировать и активно способствовать дополнительному образованию аспирантов через систему летних школ и краткосрочных курсов на базе ведущих мировых исследовательских университетов.

б) в части *разностороннего развития*:

- стимулировать и активно способствовать взаимодействию между аспирантами, ведущими исследования по разным направлениям;
- стимулировать междисциплинарные направления исследований и совместную исследовательскую работу;
- организовать возможность для активного взаимодействия между аспирантами и сотрудниками аспирантской школы по компьютерным наукам;
- организовать активно действующий научно-исследовательский семинар, охватывающий разные направления исследований аспирантской школы.

в) в части *востребованности на мировом рынке и соответствия уровню степени PhD ведущих мировых университетов*:

- организовать руководство исследовательской работой аспирантов специалистами с опытом работы на программах PhD

ведущих мировых исследовательских университетов;

- содействие академической мобильности аспирантов как внутри Российской Федерации, так и за рубежом, для проведения международных исследований и презентации итогов на международных конференциях в ведущих мировых исследовательских университетах и исследовательских центрах;

- стимулировать и активно способствовать подготовке аспирантами научных статей и их публикации в ведущих отечественных и мировых академических изданиях по тематикам аспирантской школы;

- развивать международную сеть институциональных связей аспирантской школы, вести работу в направлении открытия совместной аспирантуры с ведущими мировыми исследовательскими университетами.

### ***Целевая аудитория программы, критерии отбора на программу***

Порядок приема в аспирантуру и условия конкурсного отбора определяются Правилами приема в аспирантуру, ежегодно устанавливаемыми НИУ ВШЭ. Для успешного выполнения поставленных задач и достижения цели программы на программу будут набираться аспиранты, отвечающие следующим критериям:

- 1) уровень образования – высшее профессиональное образование, подтвержденное дипломом специалиста или дипломом магистра;

- 2) наиболее успешно сдавшие вступительные экзамены по специальности и иностранному языку, получившие балл выше проходного, и продемонстрировавшие свои способности к исследовательской работе.

План набора – 3-5 аспирантов ежегодно.

### ***Исследовательские приоритеты программы***

#### *Специальность 2.2.10 Метрология и метрологическое обеспечение*

Метрология и метрологическое обеспечение – область научных, технических и нормативно-методических основ, необходимых для обеспечения единства и требуемой точности измерений. Новизна и значение научных и технических проблем данной специальности состоит в разработке новых и совершенствовании существующих методов и средств измерений, решении новых научно обоснованных организационных и методических проблем, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений, а также устранение и исключение отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

Области исследований:

- Создание новых научных, технических и нормативно-методических решений, обеспечивающих повышение качества продукции.

- Совершенствование научно-методических, технико-экономических и других основ метрологического обеспечения для повышения эффективности управления.

- Проведение фундаментальных научных исследований по изысканию и использованию новых физических эффектов с целью создания новых и совершенствования существующих методов и средств измерений высшей точности.

- Совершенствование системы обеспечения единства измерений в стране.

*2.3.2. Вычислительные системы и их элементы* – научная специальность, занимающаяся совершенствованием и созданием принципиально новых элементов и устройств вычислительной техники и систем управления, включая разработку научных основ физических и технических принципов создания указанных элементов и устройств, отличающаяся тем, что она содержит научные и технические исследования и разработки в области первичных и вторичных преобразователей информации; аналоговых, импульсных, цифровых и других элементов и устройств.

Важность решения научно-технических проблем данной специальности состоит в создании и совершенствовании теоретической и технической базы средств вычислительной техники и систем управления, обладающих высокими качественными и эксплуатационными показателями, обеспечивающих ускорение научно-технического прогресса.

Области исследований:

- Разработка научных основ создания и исследования общих свойств и принципов функционирования элементов, схем и устройств вычислительной техники и систем управления.

- Теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления в нормальных и специальных условиях с целью улучшения технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

- Разработка принципиально новых методов анализа и синтеза элементов и устройств вычислительной техники и систем управления с целью улучшения их технических характеристик.

- Разработка научных подходов, методов, алгоритмов и программ, обеспечивающих надежность, контроль и диагностику функционирования элементов и устройств вычислительной техники и систем управления.

*2.3.3 Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами* – научная специальность, занимающаяся математическим, информационным, алгоритмическим и машинным обеспечением создания автоматизированных технологических процессов и производств и систем управления ими, включающая методологию исследования и проектирования, формализованное описание и алгоритмизацию, оптимизацию и имитационное моделирование функционирования систем, внедрение, сопровождение и эксплуатацию человекомашинных систем. Специальность включает научные и технические исследования и разработки, модели и структурные решения человекомашинных систем, предназначенных для автоматизации производства и интеллектуальной поддержки процессов управления и необходимой для этого обработки данных в организационно-технологических и распределенных системах управления в различных сферах технологического производства и других областях

человеческой деятельности. Актуальность развития проблемной области данной специальности обусловлено ростом масштабов работ по интенсификации и компьютеризации технологического производства и комплексной автоматизации производства и интегрированного управления функционированием как сетью технологических процессов, так и отдельным предприятием. Создание на научной основе автоматизированных производств и систем управления технологическими процессами, их последовательная увязка по иерархическим уровням и интеграция в единую систему сбора и обработки данных и оперативного управления повышает качество и эффективность всех звеньев производства.

### *1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*

Содержанием специальности является разработка фундаментальных основ и применение математического моделирования, численных методов и комплексов программ для решения научных и технических, фундаментальных и прикладных проблем. Важной особенностью специальности является то, что в работах, выполненных в ее рамках, должны присутствовать оригинальные результаты одновременно из трех областей: математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

Области исследований:

- Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений.
- Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей.
- Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.
- Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.
- Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.
- Разработка новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента.
- Разработка новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели.
- Разработка систем компьютерного и имитационного моделирования.

*2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации* – научная специальность, занимающаяся проблемами разработки и применения методов системного анализа сложных прикладных объектов исследования, обработки информации, целенаправленного воздействия человека на объекты исследования, включая вопросы анализа, моделирования, оптимизации, совершенствования



управления и принятия решений, с целью повышения эффективности функционирования объектов исследования. Специальность отличается тем, что ее основным содержанием являются теоретические и прикладные исследования системных связей и закономерностей функционирования и развития объектов и процессов с учетом отраслевых особенностей, ориентированные на повышение эффективности управления ими с использованием современных методов обработки информации. Значение решения научных и технических проблем данной специальности состоит в разработке новых и совершенствовании существующих методов и средств анализа обработки информации и управления сложными системами, повышения эффективности надежности и качества технических систем.

Области исследований:

- Теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- Формализация и постановка задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- Разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- Разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.
- Методы идентификации систем управления на основе ретроспективной, текущей и экспертной информации.
- Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем.
- Теоретико-множественный и теоретико-информационный анализ сложных систем.
- Разработка проблемно-ориентированных систем управления, принятия решений и оптимизации технических объектов.
- Методы и алгоритмы интеллектуальной поддержки при принятии управленческих решений в технических системах.
- Методы и алгоритмы прогнозирования и оценки эффективности, качества и надежности сложных систем.
- Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.
- Методы получения, анализа и обработки экспертной информации.

### ***Особенности научного компонента программы***

Научный компонент программы аспирантуры включает:

- научное исследование аспиранта, в рамках которого аспирант выполняет самостоятельную научную деятельность в соответствии с программой аспирантуры, и подготовку диссертации;

- промежуточную аттестацию по этапам выполнения научного исследования;
- участие аспиранта в научных мероприятиях;
- публикацию основных научных результатов научного исследования аспиранта в рецензируемых научных изданиях и (или) подачу заявок на изобретения и другие результаты интеллектуальной деятельности.

В процессе обучения в аспирантской школе по техническим наукам в НИУ ВШЭ основной акцент делается на разносторонней подготовке аспиранта в рамках выбранной научной специальности, индивидуализации его образовательного маршрута за счет элективных курсов и углубленной методологической подготовке в части проведения собственного научного исследования с обсуждением работы на всех стадиях. Проведение тематических семинаров с приглашением ведущих профессоров зарубежных университетов, презентация работ на международных конференциях, программы международной академической мобильности, написание статей в ведущие международные технические журналы, позволят выпускнику программы сформировать знания и навыки, востребованные на академическом рынке труда не только в России, но и за рубежом.

Ведущие исследовательские лаборатории МИЭМ НИУ ВШЭ (Международная лаборатория суперкомпьютерного атомистического моделирования и многомасштабного анализа, научно-учебная лаборатория квантовой наноэлектроники и др.), а также базовые кафедры, созданные на базе ведущих предприятий и научно-исследовательских институтов, вовлекают студентов и аспирантов в серьезные научно-исследовательские проекты. Предоставляют им возможность получить опыт исследовательской работы мирового уровня, на практике дают навыки подачи рукописей в международные журналы и доведения их до статуса публикации. Эти навыки и формирующиеся профессиональные связи в ходе реализации международных проектов создают задел для дальнейшей исследовательской и преподавательской работы в ведущих российских и зарубежных университетах.

### ***Особенности образовательного компонента программы***

Образовательный компонент программы аспирантуры включает дисциплины (модули) и практику, а также промежуточную аттестацию по указанным дисциплинам (модулям) и практике.

Объем дисциплин (модулей) и элективных дисциплин (модулей) исчисляется в кредитах и составляет не более 15 кредитов. Объем дисциплин (модулей) и элективных дисциплин (модулей) не зависит от формы обучения, применяемых образовательных технологий. Объем одного кредита составляет 38 академических часов. Продолжительность академического часа равна 40 минутам.

Прохождение практики при освоении образовательной компоненты программы аспирантуры организуется в форме практической подготовки, направленной на формирование и развитие компетенций, необходимых для осуществления профессиональной, в том числе научно-педагогической или научной (научно-исследовательской), деятельности. Аспиранты, совмещающие освоение программы аспирантуры с трудовой деятельностью, вправе проходить практику по месту трудовой деятельности в случаях, если профессиональная деятельность, осуществляемая ими, соответствует требованиям программы

аспирантуры к проведению практики.

### ***Характеристика кадрового потенциала программы***

В НИУ ВШЭ имеется достаточный количественный и качественный состав преподавателей для реализации дисциплин направления и программы. Профессорско-преподавательский состав имеет ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) не ниже кандидата наук, осуществляет научно-исследовательскую деятельность, результатом которой являются публикации в ведущих российских и зарубежных рецензируемых научных журналах, в том числе, и уровня Q1 Q2 Scopus и WoS. Среди них имеются те, кто имеет высокий уровень цитирования публикаций в международных библиографических базах данных (Scopus, WoS).

Научные сотрудники и преподаватели аспирантской школы проявляют высокую академическую мобильность, регулярно выступая на международных конференциях, проводя научные исследования. Это дает возможность разрабатывать и обновлять учебные программы в соответствии с потребностями и особенностями международного рынка труда в области информационной безопасности, базироваться на передовой литературе и актуальных вопросах в профессиональной сфере.

### ***Адаптация программы для обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов***

Образовательная программа адаптирована для обучения на ней инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. В учебном процессе используются специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья. Особенности адаптации программ учебных дисциплин содержатся в полной версии каждой программы учебной дисциплины.