

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана»

Утверждаю

Ректор МГТУ им. Н.Э. Баумана



А.А. Александров

«18» *марта* 2013 г.



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА
по направлению подготовки
140700 «Ядерная энергетика и теплофизика»

Квалификация (степень)

Бакалавр

Принят Ученым советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана
«18» марта 2013 г.

Москва, 2013 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Направление подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика утверждено приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.09.2009 г. № 337.

Образовательный стандарт разработан в порядке, установленном Московским государственным техническим университетом имени Н.Э. Баумана (МГТУ им. Н.Э. Баумана), с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика на основе Указа Президента Российской Федерации от 01.07.2009 г. № 732 и законодательного права самостоятельно устанавливать образовательные стандарты и требования в результате утверждения в отношении МГТУ им. Н.Э. Баумана категории «Национальный исследовательский университет техники и технологий».

Образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана имеет общность структуры требований с ФГОС ВПО и позволяет выполнять их функции в части обеспечения единства образовательного пространства Российской Федерации и качества образования; объективности контроля деятельности МГТУ им. Н.Э. Баумана по реализации образовательных программ ВПО.

Образовательный стандарт разработан с участием Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию, Управления образовательных стандартов и программ и Научно-методического совета МГТУ им. Н.Э. Баумана, Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, кафедры «Теплофизика» (Э-6) МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В стандарте учтены положения Национальной рамки квалификаций Российской Федерации, разработанной в соответствии с Соглашением о взаимодействии между Министерством образования и науки Российской Федерации и Российским союзом промышленников и предпринимателей и с учетом опыта построения Европейской рамки квалификаций, национальных рамок стран-участниц Болонского и Копенгагенского процессов.

Требования к условиям реализации и к результатам освоения основных образовательных программ, устанавливаемые настоящим образовательным стандартом, не ниже соответствующих требований федеральных государственных образовательных стандартов.

Образовательный стандарт соответствует требованиям Закона Российской Федерации «Об образовании» и Федерального закона «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» в редакциях, действующих на момент утверждения вузом образовательного стандарта.

Порядок разработки, утверждения и внесения изменений в образовательный стандарт определяется «Порядком разработки образовательных стандартов МГТУ им. Н.Э. Баумана» (приказ ректора от 27.12.2010 г. № 31-03/1664).

«... для обучения в оном до трехсот питомцев Воспитательного дома с тем, чтобы сделать их полезными членами общества, не токмо приуготовлением из них хороших практических ремесленников разного рода, но и образованием в искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ, сведениями, знающих новейшие улучшения по сим частям и способных к распространению оных»

*Из положения о ремесленном учебном заведении
Московского воспитательного дома*

МИССИЯ МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА

Осознавая свою историческую роль в создании и развитии русской инженерной школы, воздавая дань таланту и мастерству преподавателей и упорству студентов, МГТУ им. Н.Э. Баумана видит свою миссию в формировании инженерной элиты, готовой, опираясь на волю, труд, целеустремленность и товарищество, профессиональную культуру, творчество и ответственность, служить Отечеству, приумножая его величие и процветание, способствуя могуществу и безопасности страны.

Со времени образования в 1830 году Московского ремесленного учебного заведения в ИМТУ-МММИ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана подготовлено около 200 тысяч инженеров, в значительной степени определивших уровень российской науки и техники, создание и развитие наукоемких отраслей промышленности – машиностроительной, приборостроительной, авиационной, ракетно-космической, атомной, оборонной, информационных технологий, оказавших решающее влияние на научно-техническую политику страны и обеспечение её оборонного потенциала.

Университет награжден орденами Трудового Красного Знамени (1933), Ленина (1955) и Октябрьской Революции (1980).

На базе Училища образовано свыше 30 вузов и научно-исследовательских институтов.

МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1989 г. первым в стране получил статус технического Университета. В 1995 г. Указом Президента РФ МГТУ им. Н.Э. Баумана включен в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов России. В 2006 г. стал победителем конкурса инновационных образовательных программ вузов в рамках приоритетного национального проекта «Образование». В 2009 г. установлена категория «Национальный исследовательский университет».

Основой подготовки в МГТУ им. Н.Э. Баумана выступает гармоничное сочетание фундаментального естественнонаучного, технического и социогуманитарного образования с высоким уровнем практико-ориентированного обучения, предусматривающего непосредственное участие студентов в научных исследованиях и опытно-конструкторских разработках Университета.

Для обеспечения мирового уровня подготовки выпускников в Университете исторически сложилась система формирования и возобновления уникального профессорско-преподавательского коллектива из людей, обладающих не только профессиональным мастерством, но и выдающимися личностными качествами, людей, умеющих увлечь наукой и техникой студентов.

Основополагающими направлениями деятельности Университета являются:

- развитие сложившихся в рамках классической русской инженерной традиции научных школ и становление новых, прорывных направлений образовательной и научно-производственной деятельности, отвечающих потребностям и приоритетам инновационного развития страны;

- применение новейших образовательных технологий, оснащение научных лабораторий и учебных классов современным оборудованием, оптимизация форм и методов организации учебного процесса, создание научно-образовательных комплексов в Университете и на базовых профильных предприятиях;

- системная организация непрерывной многоуровневой подготовки: профильная школа (лицей) – вуз - аспирантура – докторантура – повышение квалификации и профессиональная переподготовка. Развитие системы элитной целевой подготовки специалистов для предприятий и организаций;

- вовлечение студентов в научные исследования, ведущиеся на кафедрах университета, развитие системы научно-исследовательских молодежных программ "Шаг в будущее" и "Космонавтика", различных олимпиад;

- интеграция университета в мировое образовательное пространство и международное признание образовательных программ;

- оптимальный подбор и расстановка кадров, разграничение функций, полномочий и ответственности всех управляющих структур университета на основе применения социально-управленческих технологий, совершенствование нормативно-правового обеспечения управления и электронного документооборота;

- выполнение функций базового вуза Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию и Ассоциации технических университетов;

- сохранение и развитие корпоративной культуры университета, формирующей особую солидарную среду – дух «бауманского» братства, раскрывающей лучшие человеческие качества, ориентированные на гражданственность и общественные ценности.

Университет уверенно смотрит в будущее, подтверждая позиции лидера отечественного инженерного образования, пользуясь неизменно высоким авторитетом в мире, постоянно улучшая качество образования и научной деятельности, отвечая на запросы работодателей, общества и личности.

Наши выпускники – высококвалифицированные специалисты, обладающие высокими профессиональными качествами, способные решать сложные научно-технические и масштабные управленческие задачи, верные России и своему Университету – «Бауманцы».

Оглавление

Общие положения	2
Миссия МГТУ им. Н.Э. Баумана.....	Ошибка! Закладка не определена.
Оглавление.....	6
1. Область применения образовательного стандарта	7
2. Термины, определения, сокращения	8
3. Характеристика направления подготовки	10
4. Характеристика профессиональной деятельности бакалавров	11
5. Требования к результатам освоения основных образовательных программ бакалавриата	14
6. Требования к структуре основных образовательных программ бакалавриата	20
7. Требования к условиям реализации основной образовательной программы бакалавриата	43
8. Оценка качества освоения основных образовательных программ бакалавриата	48
9. Список представителей академического сообщества и работодателей, принимавших участие в разработке и экспертизе образовательного стандарта бакалавриата	49

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА

1.1. Настоящий образовательный стандарт высшего профессионального образования Университета (ОСУ) представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ бакалавриата по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана».

1.2. Право на реализацию основных образовательных программ, отвечающих указанному выше направлению подготовки в соответствии с данным ОСУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана имеет только при наличии соответствующей лицензии, выданной уполномоченным федеральным органом исполнительной власти (в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 28.07.2011 г. № 626).

1.3. Основными пользователями ОСУ являются:

1.3.1. Профессорско-преподавательский коллектив университета, ответственный за качественную разработку, эффективную реализацию и обновление ООП с учетом достижений науки, техники и социальной сферы по данному направлению и уровню подготовки;

1.3.2. Студенты университета, ответственные за эффективную реализацию своей учебной деятельности по освоению ООП вуза по данному направлению подготовки;

1.3.3. Ректор и проректоры университета, деканы факультетов и заведующие кафедрами, отвечающие в пределах своей компетенции за качество подготовки выпускников;

1.3.4. Должностные лица и руководители подразделений университета, осуществляющие управление качеством образовательного процесса в университете;

1.3.5. Государственные аттестационные и экзаменационные комиссии, осуществляющие оценку качества подготовки в период итоговой государственной аттестации выпускников университета;

1.3.6. Объединения специалистов и работодателей, организации-работодатели в соответствующей сфере профессиональной деятельности;

1.3.7. Органы, обеспечивающие финансирование образования;

1.3.8. Уполномоченные государственные органы исполнительной власти, осуществляющие аккредитацию и контроль качества в системе ВПО;

1.3.9. Уполномоченные государственные органы исполнительной власти, обеспечивающие контроль за соблюдением законодательства в системе ВПО;

1.3.10. Абитуриенты, принимающие решение о выборе направления подготовки.

2. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем стандарте используются термины и определения в соответствии с Законом РФ "Об образовании", Федеральным законом "О высшем и послевузовском профессиональном образовании", а также с международными документами в сфере высшего образования:

образование – общественно значимое благо, под которым понимается единый целенаправленный процесс воспитания и обучения в интересах человека, семьи, общества, государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенций определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого и физического развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов;

воспитание – организуемая в системе образования деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающегося на основе социокультурных и духовно-нравственных ценностей, принятых в обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества, государства;

обучение – целенаправленный процесс организации учебной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками, компетенциями, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению ими опыта применения научных знаний в повседневной жизни, формирование у обучающихся мотивации к получению образования на протяжении всей жизни;

вид профессиональной деятельности – методы, способы, приемы, характер воздействия на объект профессиональной деятельности с целью его изменения, преобразования;

трудоемкость обучения – количественная характеристика учебной нагрузки обучающегося, основанная на расчете времени и (или) сложности достижения учебного результата, затрачиваемого им на выполнение всех видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы, включая организованную самостоятельную работу;

зачетная единица – унифицированная единица измерения трудоемкости освоения студентом основной образовательной программы; учитывает все виды деятельности обучающегося, предусмотренные учебным планом: аудиторную и самостоятельную работу, стажировки, практики, текущую и промежуточную аттестацию и т.п.;

компетенция – способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области;

модуль – совокупность частей учебной дисциплины (курса) или учебных дисциплин (курсов), имеющая определенную логическую завершенность по отношению к установленным целям и результатам воспитания, обучения;

направление подготовки – совокупность образовательных программ различного уровня в одной профессиональной области;

объект профессиональной деятельности – системы, предметы, явления, процессы, на которые направлено воздействие в процессе трудовой деятельности;

область профессиональной деятельности – совокупность видов и объектов профессиональной деятельности, имеющая общую основу и предполагающая схожий набор трудовых функций и соответствующих компетенций для их выполнения;

основная образовательная программа бакалавриата – совокупность учебно-методической документации, включающей в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующих образовательных технологий;

учебный план – документ, определяющий перечень, последовательность и распределение по периодам обучения учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей), практик, стажировок, предусмотренных образовательной программой, трудоемкость их освоения, а также виды учебной и самостоятельной деятельности, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся;

степень – характеристика уровня высшего образования в определенной области профессиональной деятельности;

квалификация – характеристика уровня подготовки (готовности) к выполнению определенного вида профессиональной деятельности или конкретных трудовых функций;

профиль – направленность основной образовательной программы бакалавриата на конкретный вид и (или) объект профессиональной деятельности;

результаты обучения – измеряемые достижения студентов (выпускников): усвоенные знания, умения, навыки и сформированные компетенции;

аттестация обучающихся (выпускников) – процедура оценки степени и уровня освоения обучающимися отдельной части или всего объема учебного курса, предмета, дисциплины, модуля, образовательной программы;

учебный цикл – совокупность дисциплин (модулей) ООП, обеспечивающих усвоение знаний, умений и формирование компетенций в соответствующей сфере научной и (или) профессиональной деятельности;

практика (учебная, производственная и преддипломная) – вид (форма) учебной деятельности, направленной на формирование, закрепление и развитие практических навыков и компетенций в процессе выполнения определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью;

образовательный стандарт МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению подготовки бакалавров – нормативный документ, определяющий требования к высшему профессиональному образованию по направлению подготовки бакалавров, самостоятельно устанавливаемые университетом и обязательные для исполнения всеми подразделениями университета, участвующими в разработке и реализации основных образовательных программ по данному направлению подготовки бакалавров;

качество образования – комплексная характеристика образования, выражающая степень его соответствия образовательным стандартам, самостоятельно устанавливаемым университетом, и потребностям заказчика образовательных услуг, в том числе степень достижения планируемых результатов образовательной программы;

В настоящем стандарте используются следующие сокращения:

ВПО	– высшее профессиональное образование;
ООП	– основная образовательная программа;
ОК	– общекультурные компетенции;
ОСУ	– образовательный стандарт высшего профессионального образования Университета;
ОП	– общепрофессиональные компетенции;
ПК	– профессиональные компетенции;
ПСК	– профильно-специализированные компетенции;
УЦ ООП	– учебный цикл основной образовательной программы;
ФГОС ВПО	– федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ

3.1. В Российской Федерации, в данном направлении подготовки реализуются ООП ВПО, освоение которых позволяет лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, получить квалификацию (степень) «бакалавр».

3.2. Нормативный срок, общая трудоемкость освоения основных образовательных программ (в зачетных единицах) для очной формы обучения и соответствующая квалификация (степень) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сроки, трудоемкость освоения ООП и квалификация (степень) выпускников

Наименование ООП	Квалификация (степень)		Нормативный срок освоения ООП, включая последип- ломный отпуск	Трудоем- кость (в зачетных единицах)*)
	Код в соответствии с принятой классификацией ООП	Наимено- вание		
ООП бакалавриата	62	бакалавр	4 года	240**)

*) одна зачетная единица соответствует в среднем 36 академическим часам;

***) трудоемкость основной образовательной программы по очной форме обучения за учебный год равна 60 зачетным единицам.

Профили подготовки бакалавриата по данному направлению определяются профилирующими кафедрами, ответственными за разработку ООП и качество подготовки выпускников бакалавриата по данному направлению, и утверждаются приказом ректора (от 10.10.2012 г. № 02.01-03/1583).

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКАЛАВРОВ

4.1. Область профессиональной деятельности выпускников, получивших квалификацию (степень) бакалавра по данному направлению подготовки, включает в себя совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием, исследованием и эксплуатацией аппаратов и установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию.

4.2. Объектами профессиональной деятельности бакалавров являются:

- тепловые машины, тепловые и ядерные энергетические установки, теплофизические процессы протекающие в них, а также методы анализа их работы;
- методы исследования, управления и регулирования процессами протекающими в аппаратах и установках, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию;
- алгоритмы решения типовых задач, относящихся к профессиональной деятельности;
- современное программное и информационное обеспечение для моделирования и анализа теплофизических процессов, протекающих в

аппаратах и установках, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию;

- технологические процессы, технологическое и исследовательское оборудование для производства и исследования аппаратов и установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию.

4.3. Виды профессиональной деятельности:

- -расчетно-проектная;
- -производственно-технологическая;
- -организационно-управленческая;
- -научно-исследовательская;
- -монтажно-наладочная.

Конкретные виды профессиональной деятельности, к которым в основном готовится бакалавр, определяются профилирующей кафедрой совместно с объединениями работодателей, организациями-работодателями, заинтересованными в выпускниках МГТУ по данному направлению подготовки.

По окончании обучения выпускнику, успешно прошедшему итоговую государственную аттестацию, наряду с квалификацией (степенью) «бакалавр» присваивается специальное звание «бакалавр-инженер».

4.4. Задачи профессиональной деятельности бакалавров.

Бакалавр по направлению подготовки 140700 Ядерная энергетика и теплофизика должен быть подготовлен к решению следующих профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности.

Расчетно-проектная деятельность:

- сбор информации о состоянии научно-технической проблемы, анализ вариантов решения поставленных задач;
- формулирование целей проекта решения задач, выбор критериев и показателей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач;
- разработка проектов узлов аппаратов новой техники с учетом сформулированных к ним требований, использование в разработке технических проектов новых информационных технологий, а также новых материалов и технологий, в том числе, наноматериалов и нанотехнологий;
- проектирование теплообменного оборудования различного назначения;

- участие в проектировании основного оборудования атомных и тепловых электростанций, термоядерных реакторов и других энергетических установок с учетом экологических требований и безопасности работы;
- расчет теплофизических процессов и свойств веществ, в том числе, с использованием пакетов прикладных программ;
- разработка и оформление документации расчетно-проектных работ;
- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Производственно-технологическая деятельность:

- внедрение результатов исследований и разработок в производство;
- технологический анализ и подготовка производства основного теплообменного оборудования различного назначения;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов, использование типовых методов контроля выпускаемой продукции
- контроль соблюдения экологической и пожарной безопасности, условий охраны труда и обеспечения жизнедеятельности.

Организационно-управленческая деятельность:

- организация работы малых коллективов исполнителей;
- оценка производственных и непроизводственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции;
- разработка оперативных планов работы первичных производственных подразделений;
- выполнение работ по стандартизации и сертификации технических средств, материалов и оборудования;
- организация экспертизы технической документации, выявление резервов, исследование причин неисправностей оборудования, принятие мер по их устранению и повышению эффективности использования;
- составление инструкций по эксплуатации оборудования и программ испытаний.

Научно-исследовательская деятельность:

- анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования, разработка и использование баз данных и баз знаний;

- участие в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик с использованием имеющихся в литературе исходных данных;
- моделирование высокотемпературных и низкотемпературных тепловых процессов в конкретных технических системах, проведение физического и численного экспериментов, участие в разработке с этой целью соответствующих экспериментальных стендов или программ расчета на электронно-вычислительных машинах;
- участие в планировании и проведении экспериментов по исследованию и испытанию основного оборудования атомных и тепловых электростанций, теплообменного оборудования различного назначения в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации.

Монтажно-наладочная деятельность:

- участие в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемосдаточных испытаний оборудования;
- участие в проведении испытаний и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;
- участие в выборе оборудования для замены в процессе эксплуатации и выбор оптимальных режимов его работы.

5. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА

Для описания результатов образования на языке компетенций в них выделены две группы:

- общекультурные,
- профессиональные.

В состав **общекультурных** входят компетенции, овладение которыми необходимо выпускнику для дальнейшего обучения, активной, творческой деятельности в различных областях современной жизни, собственного развития, жизненной самореализации. Это – познавательные, творческие, социально-личностные компетенции.

Профессиональные компетенции определяют общепрофессиональные (инвариантные для родственных направлений профессиональной подготовки) компетенции, а так же их компетенции в проектно-конструкторской, производственно-технологической, научно-исследовательской, организационно-управленческой деятельности

Развитием профессиональных компетенций являются **профильно-**

специализированные компетенции, отражающие достижения научно-технических школ Университета по данному направлению и специфику содержания подготовки для работодателей – основных потребителей кадров Университета.

5.1. Выпускник должен обладать следующими **общекультурными компетенциями**:

Познавательные компетенции (П):

- способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать и применять их при решении базовых профессиональных и социальных задач (П-1);
- культурой мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации соответствующих данных (П-2);
- способность анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании с готовность к непрерывному образованию, в том числе обучению в магистратуре, переобучению и самообучению, профессиональной мобильности (П-3);
- свободным владением русским языком как средством делового общения и обмена научно-технической информацией (П-4);
- владением, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения (П-5);
- способность к поиску, хранению, переработке и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе, в глобальных компьютерных сетях (П-6);
- способность анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде реферативных обзоров (П-7).

Творческие компетенции (Т):

- способность выявлять, формулировать, преобразовывать поставленную задачу и принимать верные решения на основе имеющихся знаний, умений и навыков (Т-1);
- способность к самостоятельному выбору способа решения проблемы из альтернативных вариантов на основе выявления и устранения противоречий в системе (Т-2);
- способность к переносу знаний из одной области в другую для генерации идей (Т-3);
- способность решать нестандартные задачи, в том числе за пределами профессионального поля деятельности (Т-4);

Социально-личностные компетенции (СЛ):

- способность строить в коллективе конструктивные отношения, эффективно работать в качестве члена творческой группы, в том числе междисциплинарной и международной, с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач (СЛ-1);
- способность соблюдать общепринятые в социальном межкультурном взаимодействии нормы морали и права, уважать историческое наследие и культурные традиции, толерантно воспринимать социальные и культурные различия (СЛ-2);
- готовность участвовать в принятии групповых решений, разрешать конфликты ненасильственно, участвовать в поддержании и улучшении демократических институтов (СЛ-3);
- владением культурой безопасности, экологическим сознанием и риск-ориентированным мышлением, основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (СЛ-4);
- способность формировать и отстаивать свою гражданскую позицию на основе патриотизма, осознания социальной значимости своей будущей профессии, устойчивой мотивации к профессиональной деятельности, ощущения принадлежности к выдающимся научно-педагогическим школам Университета и приверженности к корпоративным ценностям ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана (СЛ-5);
- владением методами достижения высокой работоспособности и обеспечения эффективности своих действий, владеть приемами защиты от эмоциональной перегрузки (СЛ-6);
- владением средствами укрепления здоровья, коррекции физического развития посредством физкультуры и спорта, поддержания физического уровня, необходимого для процесса обучения в Университете и для полноценной социальной и профессиональной деятельности после его окончания (СЛ-7).

5.2. Выпускник должен обладать следующими **профессиональными компетенциями:**

Общепрофессиональными (ОП):

- способностью и готовностью использовать информационные, компьютерные технологии, в том числе современные средства компьютерной графики в своей предметной области (ОП-1);
- способность выполнять и редактировать изображения и чертежи при подготовке конструкторско-технологической документации с использованием

методов начертательной геометрии и инженерной графики, в том числе на базе современных систем автоматизации проектирования (ОП-2);

- способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОП-3);

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК-4);

- способностью проводить расчёты, оценку функциональных возможностей и проектировать наиболее распространенные детали и узлы машин, механизмов, приборов (ОП-5);

- способностью использовать методы и средства метрологии для измерения физических величин, проводить сертификацию средств измерения, использовать стандарты и другие нормативные при оценке, контроле качества и сертификации продукции (ОП-6);

- способностью и готовностью использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ОП-7);

- способностью использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий (ОП-8);

- способностью и готовностью анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ОП-9);

- способностью формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией (публичной защитой) (ОП-10);

по видам деятельности:

Расчетно-проектная деятельность (РП):

- способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов (РП-1);

- способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы (РП-2);

- способностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам (РП-3);

- способностью анализировать состояние и перспективы развития энергетики в целом, так и ее отдельных направлений (РП-4);
- способностью формулировать цели проекта решения задач, выбирать критерии и показатели, выявлять приоритеты решения задач (РП-5);
- способностью разрабатывать проекты узлов аппаратов новой техники с учетом сформулированных к ним требований, использовать в разработке технических проектов новые информационные технологии (РП-6);
- способностью к участию в проектировании теплообменных аппаратов различного назначения, основного теплообменного оборудования оборудования атомных и тепловых электростанций, термоядерных реакторов, плазменных и других энергетических установок с учетом экологических требований, обеспечения их безопасной работы (РП-7);
- способностью использовать при проектировании новые материалы и технологии, в том числе наноматериалы и нанотехнологии (РП-8);
- способностью применить методы теории управления для анализа, синтеза и проектировании систем автоматического управления теплоэнергетическими объектами (РП-9);

Производственно-технологическая деятельность (ПТ):

- способностью внедрять результаты разработок в производство (ПТ-1);
- способностью выполнять работы по технологической подготовке производства основного теплообменного оборудования различного назначения (ПТ-2);
- способностью готовить документацию и участвовать в работе системы менеджмента качества на предприятии (ПТ-3);
- способностью организовывать метрологическое обеспечение производства (ПТ-4);
- способностью осуществлять контроль соблюдения экологической безопасности (ПТ-5);
- способностью применять основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ПТ-6);

Организационно-управленческая деятельность (ОУ):

- способностью организовывать работу малых групп исполнителей, находить и принимать управленческие решения в области организации и нормирования труда (ОУ-1);
- способностью участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) установленной

отчетности по утвержденным формам (ОУ-2);

- способностью выполнять задания в области сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов (ОУ-3);
- способность владеть методами профилактики производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращения экологических нарушений (ОУ-4);
- способностью к определению производственных и непроизводственных затрат на обеспечение необходимого качества продукции (ОУ-5);
- способностью выполнять работы по стандартизации и сертификации технических средств, материалов и оборудования (ОУ-6);

Научно-исследовательская деятельность (НИ):

- способностью принимать участие в научно-исследовательских работах, собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по профессиональной тематике (НИ-1);
- способностью применять основные приемы планирования, обработки и представления экспериментальных данных (НИ-2);
- способностью применять физические и математические модели при исследовании различных теплофизических процессов (НИ-3);
- способностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (НИ-4);
- способностью организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности (НИ-5);
- способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик и пакетов прикладных программ, таких как ANSYS, STARCD, CCM+ (НИ-6);
- способностью к проведению физического и численного эксперимента по профессиональной тематике (НИ-7);
- способностью к разработке экспериментальных стендов по профессиональной тематик (НИ-8);
- способностью к участию в исследовании и испытании основного оборудования атомных и тепловых электростанций, теплообменных аппаратов различного назначения в процессе разработки, создания, монтажа, наладки и эксплуатации (НИ-9);

Монтажно-наладочная деятельность (МН):

- способностью к участию в планировании монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведении приемо-сдаточных испытаний оборудования (МН-1-);
- способностью участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования (МН-2);
- способностью участвовать в выборе оборудования для замены в процессе эксплуатации и оптимальные режимы его работы (МН-3).

5.3. Выпускник МГТУ им. Н.Э. Баумана по программе бакалавриата «Ядерная энергетика и теплофизика» профилю «Теплофизика» должен обладать следующими дополнительными **профильно-специализированными компетенциями:**

- способностью проводить анализ эффективности циклов работы различных тепловых машин (ПСК-1);
- способностью проводить экспериментальные и теоретические исследования свойств веществ, в том числе, наноматериалов (ПСК-2);
- способностью осуществлять теоретические и экспериментальные исследования различных теплофизических процессов, в том числе, процессов получения наноматериалов (ПСК-3);
- способностью обосновать и разработать методику проведения экспериментальных исследований теплофизических процессов (ПСК-4);
- способностью обосновать требования к основным параметрам приборов и датчиков для измерения различных теплофизических величин (ПСК-5);
- способностью использовать автоматизированные системы в исследованиях теплофизических процессов и свойств веществ (ПСК-6);
- способностью применять на практике методы интенсификации процессов теплообмена (ПСК-7);
- способностью выполнять расчет, проектирование и исследование теплообменных аппаратов различного назначения, в том числе, микротеплообменников и тепловых труб (ПСК-8).

6. ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА

6.1. Основная образовательная программа бакалавриата предусматривает изучение следующих учебных циклов (таблица 2):

- гуманитарный, социальный и экономический цикл (Б.1);
- математический и естественнонаучный цикл (Б.2);
- профессиональный цикл (Б.3);

и разделов:

- физическая культура (Б.4);
- учебная и производственная практики (Б.5);
- итоговая государственная аттестация (Б.6).

6.2. Каждый учебный цикл имеет базовую (инвариантную для всех профилей направления подготовки) часть и вариативную (профильную), устанавливаемую профилирующей кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана. Вариативная (профильная) часть дает возможность расширения и (или) углубления знаний, умений и навыков, определяемых содержанием базовых (обязательных) дисциплин (модулей), позволяет студенту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности и (или) для продолжения профессионального образования в магистратуре.

Изучение всего комплекса учебных циклов и разделов совместно с реализацией социально-воспитательного компонента учебного процесса должно способствовать формированию **общекультурных**, надпредметных компетенций.

В результате студент должен

знать:

- основы классификации и структурирования информации и знаний;
- основные способы, формы и операции мышления;
- методы и технические средства информационных технологий, применяемых для создания, сохранения, управления и обработки данных;
- законы развития технических систем;
- методы системного анализа для исследования сложных объектов и выделения их существенных признаков;
- методы выявления и устранения физических и технических противоречий;
- историю культурного развития человека и человечества;
- методы организации коллективной творческой работы;
- полидисциплинарные методы оценки технических решений;
- историю инженерной деятельности и вклад выдающихся инженеров в цивилизационное развитие, место ИМТУ-МВТУ-МГТУ им. Н.Э. Баумана в отечественной науке и технике;
- методы повышения работоспособности, функциональной активности основных систем организма, предупреждения заболеваний;

уметь:

- анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде библиографических и реферативных обзоров;
- готовить аннотации (в том числе на иностранном языке), презентации, оформлять статьи и отчеты о научно-исследовательской работе с

использованием информационных технологий;

- анализировать проблемы, выявлять причины их появления и связи между действующими факторами,
- применять знания и умения в нестандартных ситуациях;
- проявлять уважительное и бережное отношение к историческому наследию и культурным традициям, образу жизни, поведению, чувствам, мнениям, идеям, верованиям и обычаям членов профессионального коллектива и окружающей социальной среды;
- выстраивать конструктивные деловые и личные отношения в коллективе, организовывать его творческую работу коллектива;
- сочетать личные и групповые интересы, предупреждать конфликтные ситуации, обеспечить для каждого члена коллектива адекватный уровень признания вложенного труда;
- ставить цели, выбирать социально приемлемые способы их достижения, находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и нести за них ответственность;
- обеспечивать достижение результатов при рациональных затратах, избегать избыточного расходования ресурсов;
- обеспечивать производственную деятельность с минимальным ущербом для экологии (окружающей среды);
- проводить профориентационную работу среди потенциальных абитуриентов Университета;
- активировать требуемые ресурсы организма, преодолевать психологическую инерцию, негативные стереотипы и ограничивающие убеждения;

владеть:

- навыками публичных выступлений, в том числе в сфере научной и деловой коммуникации;
- навыками работы с источниками научно-технической информации, в том числе с поисковыми системами Интернет;
- навыками выявления и анализа широкого круга проблем – технических, организационных, экономических;
- навыками выделения существенных признаков изучаемых процессов;
- навыками применения методов решения творческих задач;
- навыками управления производством, маркетингом, логистикой, инжинирингом, системным проектированием и прогнозированием;
- навыками использования нормативных правовых документов в специализированной деятельности;
- навыками использования современных оздоровительных систем физического воспитания.

6.3. Базовая часть цикла Б.1. «Гуманитарный, социальный и экономический цикл» должна содержать следующие дисциплины: «История», «Иностранный язык», «Философия», «Экономика». В результате их изучения обучающийся должен

знать:

- место исторической науки в системе научного знания, основные этапы исторического развития страны, место и роль России в мировой истории;
- особенности общественного сознания, своеобразие нравов и обычаев людей в различные исторические эпохи, социально-экономические аспекты научно-технического прогресса, вклад научных школ МГТУ им. Н.Э.Баумана в развитие технического потенциала страны;
- сущность и роль философии как теоретической формы мировоззрения, ее основные законы и категории;
- основные этапы развития философских представлений о наиболее существенных аспектах современной картины мира;
- основные понятия социальной и институциональной структуры общества, тенденции его развития в условиях глобализации;
- базовую лексику изучаемого иностранного языка, грамматическую структуру для понимания форм и конструкций, характерных для устного и письменного общения;
- экономические основы производства: материальную базу, персонал, источники финансирования; хозяйственный механизм производственной деятельности, систему показателей для оценки результатов деятельности и использования ресурсов;
- современные механизмы ценообразования и конкуренции, особенности функционирования рынков факторов производства и формирование доходов на них;

уметь:

- анализировать процессы, события и явления в России и мировом сообществе в их исторической динамике и взаимосвязи;
- анализировать социальную информацию, выявлять роль отечественной науки и техники в развитии общества, планировать и осуществлять свою деятельность с учетом этого анализа;
- логически мыслить и формировать свою собственную оценку исторических событий в стране и в мире;
- применять философские знания в формировании программ жизнедеятельности, самореализации личности, ориентироваться в фундаментальных проблемах бытия на нормативно-ценностной основе;
- читать тексты на иностранном языке, передавать их содержание на родном или иностранном языке в устном и письменном виде;

- определять потребности в производственных ресурсах, производить расчеты экономических показателей;
- использовать полученные знания в деятельности при экономическом обосновании хозяйственных решений и расчетов параметров эффективности;

владеть:

- теоретико-методологическим инструментарием исторической науки при осуществлении самостоятельного интеллектуального поиска;
- методикой анализа социальных явлений и процессов, навыками оценки складывающихся в стране и за рубежом ситуаций, ведения дискуссий на общественно-политические темы;
- технологией использования основных положений и методов социальных, гуманитарных наук при решении профессиональных задач;
- навыками аргументации и обоснования собственной точки зрения по актуальным социальным проблемам, грамотного изложения материала в устной и письменной форме;
- навыками перевода информации из зарубежных источников, иметь опыт реферирования текстов, выступления с докладами и презентациями на бытовые и профессиональные темы;
- методами и приемами анализа экономических явлений и процессов с помощью стандартных теоретических и эконометрических моделей;
- навыками проведения экономических расчетов для ведения хозяйственной деятельности.

6.4. Базовая часть цикла Б.2 «Математический и естественнонаучный цикл» должна содержать следующие дисциплины: «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Обыкновенные дифференциальные уравнения и интегралы», «Линейная алгебра и функции нескольких переменных», «Информатика», «Физика», «Химия», «Термодинамика», «Статистическая термодинамика», «Теория тепломассообмена», «Экология». В результате их изучения студент должен

знать:

- метод математической индукции, понятие числовой последовательности и её предела, критерий Коши, первый и второй замечательные пределы, свойства функций, непрерывных на отрезке, виды точек разрыва функций (модуль «Элементарные функции и пределы»), понятие производной функции и её свойства, основные правила дифференцирования функций, понятие дифференциала функции, теоремы Ферма, Роля, Лагранжа, Коши, теорему Бернулли – Лопиталья, формулу Тейлора, необходимые и достаточные условия экстремума функции, понятие выпуклости функции и точки перегиба (модуль

«Дифференциальное исчисление функций одного переменного», дисциплина «Математический анализ»);

- понятия геометрического вектора, связанного, скользящего и свободного векторов, определение и свойства линейных операций над векторами, понятие ортонормированного базиса, определение и свойства скалярного и векторного произведений векторов, механический и геометрический смысл произведений векторов, определение и свойства смешанного произведения векторов (модуль «Векторная алгебра»); понятие прямоугольной системы координат, виды уравнений прямой на плоскости и в пространстве, виды уравнений плоскости в пространстве, канонические уравнения и параметры для эллипса, гиперболы и параболы, канонические уравнения для эллипсоида, конуса, гиперболоида и параболоида (модуль «Аналитическая геометрия»); виды матриц, линейные операции с матрицами, понятие обратной матрицы и её свойства, формулы Крамера, понятие фундаментальной системы решений однородной системы линейных алгебраических уравнений, метод Гаусса, представление о структуре общего решения неоднородной системы линейных алгебраических уравнений (модуль «Матрицы и системы линейных алгебраических уравнений», дисциплина «Аналитическая геометрия»);

- понятие первообразной и неопределённого интеграла, свойства неопределённого интеграла, методы интегрирования, свойства определённого интеграла, формулу Ньютона-Лейбница, понятие о несобственном интеграле, понятие дифференциального уравнения, теорему Коши о существовании и единственности решения однородного дифференциального уравнения (ОДУ), типы интегрируемых обыкновенных дифференциальных уравнений, частное и общее решения ОДУ высшего порядка, понятие о краевой задаче для уравнений второго порядка, теорему о существовании и единственности решения линейного ОДУ, понятие о линейном дифференциальном операторе и его свойствах, формулу Остроградского – Лиувилля и её следствия, векторно-матричную форму записи нормальной системы линейных ОДУ, определение и свойства определителя Вронского, понятие фундаментальной системы решений, метод Лагранжа вариации произвольных постоянных, характеристическое уравнение и область его применения, понятие устойчивости по Ляпунову (дисциплина «Обыкновенные дифференциальные уравнения и интегралы»);

- понятия линейного пространства, линейной зависимости (независимости) векторов, свойства линейно независимых векторов, понятие базиса линейного пространства, понятие Евклидова пространства, неравенство Коши-Буняковского, понятие нормы и ортонормированного базиса, свойства матрицы Грама, понятие линейного оператора и его матрицы, свойства собственных векторов линейного оператора, понятие самосопряжённого оператора и его свойства, понятие ортогональной матрицы и её свойства, понятие квадратичной формы и её канонического вида, методы приведения канонической формы к каноническому виду, классификацию кривых и

поверхностей второго порядка, свойства функций нескольких переменных, условия непрерывности и дифференцируемости функций нескольких переменных, теорему о смешанных производных, формулу Тейлора для функции нескольких переменных, понятие градиента функции и его свойства, понятия экстремума и условного экстремума функций нескольких переменных, необходимые и достаточные условия экстремума функции нескольких переменных, понятие векторной функции нескольких переменных (дисциплина «Линейная алгебра и функции многих переменных»);

- принципы построения и работы электронных вычислительных машин, структуру локальных и глобальных компьютерных сетей, назначение и методы разработки программного обеспечения, сведения о языках программирования и областях их применения в информационных технологиях (дисциплина «Информатика»);

- методы физических исследований, кинематика материальной точки, законы Ньютона, энергия, импульс, момент импульса, гармонические колебания, сложение гармонических колебаний, свободные и вынужденные колебания, механические волны, волновое уравнение, перенос энергии волной, интерференция, преобразования Галилея, постулаты Эйнштейна, преобразования Лоренца, связь массы и энергии (модуль «Физические основы механики»); статистический и термодинамический методы описания макроскопических тел, внутренняя энергия и температура, первое начало термодинамики, второе начало термодинамики, теорема Карно, термодинамическая энтропия, третье начало термодинамики, основное неравенство и основное уравнение термодинамики, термодинамические потенциалы, равновесные статистические распределения, явления переноса, агрегатные состояния вещества, фазовые переходы первого и второго рода (модуль «Физические основы термодинамики»); электрический заряд, электростатическое поле, напряженность и потенциал электростатического поля, электростатическое поле в диэлектрике, энергия системы неподвижных зарядов, электроёмкость, плотность энергии электростатического поля, сила и плотность тока, законы Ома и Джоуля-Ленца, магнитное поле, закон Био-Савара-Лапласа, магнитное поле в среде, сила Лоренца, закон Ампера, электромагнитная индукция, плотность энергии магнитного поля, уравнения Максвелла, преобразования Лоренца для электрических и магнитных полей (модуль «Электричество и магнетизм»); электромагнитные волны, энергия и импульс электромагнитного поля, электронная теория дисперсии, закон Бугера, электромагнитная природа света, интерференция света, принцип Гюйгенса-Френеля, дифракция электромагнитных волн, формула Вульфа-Бреггов, поляризация света, закон Малюса, закон Брюстера, голография (модуль «Электромагнитные волны и оптика»), тепловое излучение, гипотеза Планка, фотоэффект, эффект Комптона, опыты Резерфорда, квантовая модель атома водорода Н.Бора, волновые свойства микрочастиц, гипотеза де Бройля, принцип неопределенности Гейзенберга, волновая функция, уравнение

Шредингера, операторы физических величин, спин, опыт Штерна и Герлаха, эффект Зеемана, оптические квантовые генераторы, принцип Паули, квантовые статистические распределения Бозе – Эйнштейна и Ферми – Дирака, космические лучи, структура атомного ядра, свойства ядерных сил, ядерные реакции, закон радиоактивного распада, элементарные частицы, лептоны и кварки, взаимодействие ядерных излучений с веществом, понятие о дозиметрии и защите, объекты нанотехнологий (дисциплина (модуль «Основы квантовой теории»); сверхпроводимость, работа выхода электрона из металла, термоэлектронная эмиссия, формула Ричардсона – Дэшмана, эффект Шотки, автоэлектронная эмиссия, зонная теория твёрдых тел, проводимость металлов и полупроводников, эффект Холла, p-n – переход (модуль «Физика твердого тела», дисциплина «Физика»);

- строение атома, периодический закон и периодическую систему элементов Д.И. Менделеева, химическую связь и строение молекул, особенности строения вещества в конденсированном состоянии (модуль «Строение вещества»); энергетику и направление химических процессов, химическое и фазовое равновесие, закон действующих масс, скорость химической реакции, кинетические уравнения реакций первого и второго порядка, особенности гетерогенных процессов, химическая коррозия, каталитические реакции (модуль «Общие закономерности протекания химических процессов»); растворы неэлектролитов и электролитов, сильные и слабые электролиты, константа равновесия диссоциации слабого электролита, реакции обмена и окислительно – восстановительные реакции в электролитах, электрохимические процессы в гальваническом элементе и при электролизе, химические источники тока, электрохимическая коррозия, методы защиты металлов от коррозии (модуль «Химические и электрохимические процессы в растворах»); химические свойства элементов и их соединений, классы химических соединений, типы химических реакций, металлы и неметаллы, свойства s-элементов (щелочные и щелочно-земельные элементы), d-элементы, p-элементы, элементарные и бинарные алмазоподобные полупроводники (модуль «Химия элементов», дисциплина «Химия»);

- Основные понятия, постулаты, законы и методы термодинамики: термодинамическая система и окружающая среда; постулаты термодинамики – общее (принцип равновесия) и нулевое (принцип температуры) начала; первый закон термодинамики - форма закона сохранения и превращения энергии в применении к макроскопической системе. Уравнение I-ого закона термодинамики для конечных и бесконечно малых процессов, для полных и удельных количеств рабочего тела в двух формах записи; основное уравнение термодинамики для квазистатических процессов- координаты термодинамического состояния, энтропия как координата теплового состояния; уравнения состояния, дифференциальное термическое уравнение состояния для термодиформационной системы; теплоемкость, расчет

теплоемкостей. Циклические процессы тепловых машин. Второе и третье начала термодинамики. Характеристические функции. Общие условия равновесия термодинамических систем. Термодинамика термодиформационных систем: термодинамика идеального газа, термодинамика неидеальных газов и жидкостей, термодинамика влажного воздуха. Термодинамика химически реагирующих систем: уравнение, мера и тепловой эффект химической реакции, законы Гесса и Кирхгоффа, химический потенциал и условие равновесия химически реагирующей многокомпонентной системы, закон действующих масс, термодинамические параметры химически реагирующих идеальных газовых смесей. Термодинамика диссоциирующего и ионизованного газов. Системы с фазовыми переходами: фазовые переходы первого и второго рода, расчет термодинамических параметров и основных характеристик процессов паро-жидкостных систем. Термодинамический анализ одномерных течений газа: уравнения неразрывности и энергии стационарного одномерного потока, исследование адиабатного течения в каналах переменного сечения, закон обращения воздействия, адиабатное течение с трением (дисциплина «Термодинамика»);

- методы статистической термодинамики как основу для изучения термодинамических свойств любых веществ; основы теории и методов расчёта термодинамических свойств газов, твёрдых проводников, диэлектриков, магнитных веществ, смесей химически реагирующих систем; свойства веществ, при температурах, близких к абсолютному нулю (сверхтекучих квантовых жидкостей, сверхпроводников первого и второго рода; высокотемпературных сверхпроводников (дисциплина «Статистическая термодинамика»);

- систему уравнений и условий однозначности, описывающие движение и теплоперенос в вязкой среде; теоремы и условия подобия, критерии подобия, их вывод из соображений размерности и из полной системы дифференциальных уравнений теплообмена; критериальные уравнения для расчета теплообмена и их вывод; методы расчета теплопроводности в стационарных и нестационарных условиях, методы расчета теплопередачи канонических одномерных стенок и обретенных поверхностей; методы расчета интенсивности теплообмена при кипении и конденсации протекающих в условиях естественной и вынужденной конвекции;

- методы расчета теплообмена излучением (дисциплина «Теория тепломассообмена»);

- основные природные и техносферные опасности, их свойства и характеристики, характер воздействия вредных и опасных факторов на человека и природную среду, методы защиты от них применительно к сфере своей профессиональной деятельности (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»);

уметь:

- выполнять линейные операции над векторами (модуль «Векторная алгебра»); находить уравнения прямых на плоскости, прямых и плоскостей в пространстве, определять значения углов между прямыми на плоскости и в пространстве, вычислять расстояния от точки до прямой и от точки до плоскости (модуль «Аналитическая геометрия»); определять по уравнению второго порядка вид кривой или поверхности, находить параметры кривых второго порядка (модуль «Кривые и поверхности второго порядка»); выполнять операции над матрицами, вычислять ранг матрицы, находить обратную матрицу, решать системы линейных алгебраических уравнений общего вида (модуль «Матрицы и системы линейных алгебраических уравнений» дисциплины «Аналитическая геометрия»);
- вычислять неопределённый интеграл от элементарных функций различных классов, вычислять определённые и несобственные интегралы, вычислять площадь плоской фигуры и площадь поверхности и объём тела вращения, решать дифференциальные уравнения первого порядка, линейные дифференциальные уравнения высших порядков и системы линейных дифференциальных уравнений (дисциплина «Обыкновенные дифференциальные уравнения и интегралы»);
- выполнять переход от одного базиса линейного пространства к другому, приводить матрицу линейного оператора к диагональному виду, приводить уравнения кривых и поверхностей второго порядка к каноническому виду, исследовать квадратичную форму на знакоопределённость, в том числе с помощью критерия Сильвестра, дифференцировать сложные и неявно заданные функции, находить экстремум функции нескольких переменных, исследовать векторные функции на непрерывность и дифференцируемость (дисциплина «Линейная алгебра и функции многих переменных»);
- применять современные средства разработки и отладки программ на одном из языков программирования (дисциплина «Информатика»);
- решать типовые задачи, применяя знания физических законов и гипотез, работать с физическими приборами в учебной лаборатории: электронным осциллографом, универсальным цифровым вольтметром, электронным звуковым генератором, универсальным источником питания, оптическим микроскопом, оптическим интерферометром, дифракционной решёткой, монохроматором, поляриметром (дисциплина «Физика»);
- выполнять типовые расчеты, применяя законы термодинамики, кинетики и электрохимии и знание химических свойств простых и сложных веществ, измерять рН растворов электролитов, определять жесткость воды, обнаруживать катионы металлов в растворе, используя качественные реакции (дисциплина «Химия»);
- формулировать термодинамическую модель изучаемых процессов, протекающих в энергетических установках различного назначения; разработать алгоритм анализа свойств рабочих сред и основных характеристик

процесса; выполнять расчеты состава газовых смесей, термодинамических процессов, газовых и паровых циклов; пользоваться системами автоматизированного расчета параметров химически реагирующей смеси; оценить эффективность работы различных энергетических установок и аппаратов (дисциплина «Термодинамика»);

- формулировать цель рассматриваемой проблемы, связанной с оценками термодинамических свойств различных систем; решать конкретные задачи, выводить необходимые формулы; выполнять расчеты состава газовых смесей, теплоёмкостей идеальных газов, диэлектрических, магнитных свойств веществ, оценки параметров сверхпроводников сверхпроводников (дисциплина «Статистическая термодинамика»);

- рассчитывать характеристики теплопередачи(коэффициент теплоотдачи, плотность теплового потока, коэффициент теплопередачи) в одномерных стенках; выбирать критерии подобия для обработки и интерпретации экспериментальных результатов; планировать эксперименты по определению характеристик теплообмена; рассчитывать параметры пограничного слоя; рассчитывать теплоотдачу при конденсации и кипении; рассчитывать теплообмен излучением (дисциплина «Теория теплообмена»);

- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей применительно к сфере своей профессиональной деятельности и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»);

Владеть:

- навыками решения типовых задач с использованием учебно-методических пособий по дисциплинам «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Обыкновенные дифференциальные уравнения и интегралы», «Линейная алгебра и функции многих переменных»

- применением программных средств общего назначения для работы с текстами, графикой, навыками поиска, хранения, защиты и обмена информацией в компьютерных сетях, (дисциплина «Информатика»)

- навыками работы в физической лаборатории, умением проводить измерения и оценивать погрешности в физическом эксперименте, составлять отчёт по эксперименту (дисциплина «Физика»);

- навыками выполнения основных лабораторных операций, умением проводить измерения pH и концентраций веществ в растворах (дисциплина «Химия»);

- навыками: использования основных законов и принципов термодинамики в важнейших практических приложениях; применения основных методов термодинамического анализа для решения технических и естественнонаучных задач; проведения расчетов основных параметров термодинамических циклов и процессов по заданным условиям с использованием графических,

аналитических и численных методов вычислений; использования при выполнении расчетов программных комплексов и прикладных программ вычислений на ЭВМ; разработки алгоритмов вычислений на ЭВМ локальных задач при расчете термодинамических циклов и процессов; самостоятельного проведения экспериментов на лабораторных установках, планирования и обработки результатов термодинамических экспериментов, в том числе и с использованием ЭВМ(дисциплина «Термодинамика»);

- навыками самостоятельно проводить расчеты основных свойств газообразных и твердых веществ различной природы (атомные и молекулярные газы, диэлектрики, проводники, магнитные вещества), а также состав химически реагирующих газовых смесей; использования при выполнении расчетов программных комплексов и прикладных программ вычислений на ЭВМ; самостоятельно разрабатывать алгоритмы вычислений на ЭВМ локальных задач при расчете термодинамических свойств веществ. (дисциплина «Статистическая термодинамика»);

- навыками проводить расчеты теплопроводности одномерных канонических стенок в стационарной и нестационарной постановке, теплопередачи через однослойные и многослойные стенки, теплопроводности стенок с внутренними источниками теплоты, теплоотдачи в условиях естественной, вынужденной и смешанной конвекции, теплообмена излучением, эксперименты на лабораторных установках, планировать и обрабатывать результаты экспериментов, в том числе в критериальной форме и с использованием ЭВМ (дисциплина «Теория теплообмена»);

- законодательными и правовыми основами в области безопасности и охраны окружающей среды, требованиями безопасности технических регламентов в сфере профессиональной деятельности; способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях; понятийно-терминологическим аппаратом в области безопасности; навыками рационализации профессиональной деятельности с целью обеспечения безопасности и защиты окружающей среды (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»).

6.5 Базовая часть профессионального цикла Б.3 должна содержать следующие дисциплины: «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Сопротивление материалов», «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Электротехника и электроника», «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов», «Ядерные и термоядерные энергоустановки», «Теплообменные аппараты», «Теория и техника теплофизического эксперимента», «Безопасность жизнедеятельности». В результате их изучения студент должен

знать:

- права и обязанности студентов университета, историю и научные школы университета, основные объекты профессиональной деятельности и виды применяемой на них техники и технологий, примеры научных достижений и проектных разработок учёных и специалистов в области знаний, относящихся к будущей, профессиональной деятельности обучающихся ;
- теоретические основы построения изображений пространственных форм на плоскости. Правила построения изображений способом прямоугольного проецирования (дисциплина «Начертательная геометрия»);
- требования ЕСКД и международного стандарта ИСО по выполнению и оформлению конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. Назначение и области применения систем автоматизированного проектирования (дисциплина «Инженерная графика»);
- правовые основы и системы стандартизации и сертификации, организацию и техническую базу метрологического обеспечения предприятия, методы и средства измерения физических и химических величин, (дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация»);
- сведения о механических свойствах конструкционных материалов, теорию напряжённо-деформированного состояния, основы теории прочности и механики разрушения, критерии прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций (дисциплина «Сопrotивление материалов»);
- классификацию, области применения и функциональные возможности механизмов, основные параметры движения механизмов, методы синтеза механизмов по критериям качества передачи движения (дисциплина «Теория механизмов и машин»);
- классификацию, типовые конструкции, критерии работоспособности и надежности деталей и узлов машин, основы проектирования деталей машин (дисциплина «Детали машин»);
- назначение, области применения и принципы действия основных устройств электротехники и электроники, законы и методы анализа электрических, магнитных и электронных цепей (дисциплина «Электротехника и электроника»);
- основные классы современных материалов, их маркировку, свойства и области применения, сведения о влиянии состава и строения вещества на его механические и технологические свойства (дисциплина «Материаловедение»);
- виды технологических процессов обработки материалов и сплавов, основные характеристики оборудования для производства и испытаний (дисциплина «Технология обработки и модификации материалов»);
- основные виды теплообменных аппаратов и их классификацию по принципу действия, виду, устройству, назначению и используемых рабочих тел; теплофизические свойства основных теплоносителей и критерии выбора рабочих тел теплообменников; методы теплогидравлического и прочностного

расчета теплообменных аппаратов; соотношения и особенности теплового расчета при изменении агрегатного состояния рабочих сред; основы интенсификации тепловых процессов в теплообменниках; методы физических исследований и испытаний теплообменных установок; технические средства автоматизированного проектирования, компьютерного моделирования и научных исследований тепломассообменного оборудования (дисциплина «Теплообменные аппараты»);

- основы методологии экспериментальных теплофизических исследований, основные метрологические понятия и элементы теории погрешностей, общие понятия о точности и надёжности систем измерения теплофизических параметров, особенности исследования теплофизических свойств веществ (дисциплина «Теория и техника теплофизического эксперимента»);
- термодинамические циклы и конструкции ядерных и термоядерных энергоустановок, физические основы преобразования энергии в управляемых ядерных и термоядерных реакциях, основное тепломассообменное оборудование энергоустановок (дисциплина «Ядерные и термоядерные энергоустановки»);
- причины возникновения чрезвычайных ситуаций, способы защиты населения от последствий катастроф, стихийных бедствий и аварий, требования по обеспечению безопасности персонала при авариях на опасных промышленных объектах и в отдельных чрезвычайных ситуациях военного времени (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»);

уметь:

- демонстрировать сведения о материалах, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, осуществлять поиск информации о современных материалах и их технологических свойствах;
- создавать изображения пространственных фигур на плоскости и решать геометрические задачи на плоских изображениях (дисциплина «Начертательная геометрия»);
- выполнять и читать чертежи деталей и сборочных единиц с использованием правил начертательной геометрии и стандартов ЕСКД (дисциплина «Инженерная графика»);
- применять контрольно-измерительную технику: микрометры, измерительные головки, нутромеры, оптиметры, длиномеры, измерительные микроскопы (дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация»);
- выполнять типовые расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержней, балок, ферм, пластин и оболочек (дисциплина «Сопротивление материалов»);
- анализировать структурные и кинематические схемы основных видов механизмов, определять законы движения звеньев механизма (дисциплина «Теория механизмов и машин»);

- выполнять проектировочные и поверочные расчёты типовых элементов машин: подшипников, шестерен и зубчатых колёс, муфт, разъёмных и неразъёмных соединений, шпонок и штифтов (дисциплина «Детали машин»);
- пользоваться основными электрическими стрелочными и электронными измерительными приборами, читать и собирать простейшие электрические и электронные схемы, рассчитывать статические характеристики двигателей переменного и постоянного тока по паспортным данным с учетом изменения основных управляющих воздействий (дисциплина «Электротехника и электроника»);
- обосновывать выбор материалов деталей машин и узлов на основе заданных сведений об условиях их эксплуатации и с учётом технологических свойств материалов (дисциплина «Материаловедение»);
- проводить проектирование одного из видов технологического процесса обработки материала или сплава по заданному алгоритму (дисциплина «Технология конструкционных материалов»);
- сформулировать и подготовить задание на проектирование или выбор теплообменного оборудования для рассматриваемой теплотехнической задачи; использовать физическую и расчетную модель теплообменника с обоснованными для конкретной задачи принятыми допущениями и оценкой погрешности полученных результатов; применять методы конструктивного и проектного расчета при проектировании теплообменного оборудования; согласовать параметры теплообменного аппарата с общими конструктивными решениями технологического процесса или работы энергетической установки; определить эффективность полученного решения с оценкой технологичности и экономичности спроектированного теплообменного оборудования. (дисциплина «Теплообменные аппараты»);
- спланировать и провести теплофизическое экспериментальное исследование, обработать результаты измерений, оценить погрешности, провести анализ и обобщить результаты экспериментов (дисциплина «Теория и техника теплофизического эксперимента»);
- оценивать энергетический баланс энергоустановок, составлять схемные решения для их конструирования, оценивать распределение температур в элементах установок (дисциплина «Ядерные и термоядерные энергоустановки»);
- оценивать степень поражения и последствия чрезвычайных ситуаций, участвовать в мероприятиях по защите населения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»);

владеть:

- навыками поиска и систематизации информации из фундаментальных и периодических изданий по тематике направления подготовки ;

- навыками построения трёхмерных объектов методом проекций (дисциплина «Начертательная геометрия»);
- навыками выполнения чертежей (эскизов) стандартных деталей, разъемных и неразъемных соединений, сборочных единиц, в том числе с применением систем автоматизированного проектирования (дисциплина «Инженерная графика»);
- навыками выполнения измерений геометрических параметров и отклонений формы типовых деталей, измерений параметров шероховатости поверхности (дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация»);
- умением измерять напряжения методом тензометрирования и прогибы с использованием индикаторов часового типа (дисциплина «Сопротивление материалов»);
- методикой определения кинематических характеристик механизма, навыками проведения силовых расчетов механизмов, методом синтеза сопряженных профилей типовых плоских и пространственных зацеплений (дисциплина «Теория механизмов и машин»);
- навыками конструирования типовых деталей, их соединений; механических передач, рам и станин, корпусных деталей (дисциплина «Детали машин»);
- навыками выбора элементов электротехнических и электронных устройств по справочным данным, подключения двигателей постоянного и переменного тока к питающей сети, умением регулировать частоту вращения двигателей (дисциплина «Электротехника и электроника»);
- навыками проведения оценки свойств различных материалов (дисциплина «Материаловедение»);
- навыками анализа технологических операций, применяемых при производстве и обработке материалов (дисциплина «Технология конструкционных материалов»);
- навыками самостоятельно работать с учебной и справочной литературой; самостоятельно проводить расчеты основных параметров теплообменников по заданным условиям с использованием аналитических и численных методов; оформления графической и текстовой конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД; использования при выполнении расчетов программных комплексов и прикладных программ вычислений для ЭВМ; самостоятельного проведения экспериментов на лабораторных установках и обработки полученных результатов (дисциплина «Теплообменные аппараты»);
- навыками безопасной и квалифицированной эксплуатации измерительных приборов и экспериментального оборудования, обработки и анализа полученных результатов, лаконичного и точного обобщения этих результатов в пояснительных записках к курсовому и дипломному проектам, написания научных статей и отчетов (дисциплина «Теория и техника теплофизического эксперимента»)

- методами оценки эффективности преобразования энергии в ядерных и термоядерных установках, методами выбора ядерных материалов и рабочих тел установок (дисциплина «Ядерные и термоядерные энергоустановки»);
- навыками применения средств индивидуальной защиты, навыками использования средств пожаротушения и приборов для анализа химической и радиационной обстановки: газоанализаторов, дозиметров, радиометров (дисциплина «Безопасность жизнедеятельности»).

6.6. Вариативная часть профессионального цикла Б.3 содержит следующие дисциплины для профиля «Теплофизика»: «Математическое моделирование теплофизических процессов», «Тепловые машины», Методы интенсификации теплообмена», «Введение в нанотехнологии».

В результате их изучения студент должен

знать:

- модельные уравнения конвекции, диффузии с конвекцией; сетка и сеточные функции; определение и примеры сходимости; определение и примеры аппроксимации; определение и примеры устойчивости; замена производных разностными соотношениями; конечно-разностные схемы первого и второго порядка точности; интегро-интерполяционный метод; метод неопределенных коэффициентов; примеры конструирования граничных условий при построении разностных схем; основные приемы исследования устойчивости разностных схем; зависимость между аппроксимацией, устойчивостью и сходимостью; сглаживание разностного решения; принцип замороженных коэффициентов; принцип максимума для явной и неявной разностных схем; метод прогонки; матричная и потоковая прогонка; разностные схемы для расчета обобщенных решений; схемы для нахождения обобщенных решений: с искусственной вязкостью, метод характеристик; дивергентные разностные схемы; разностные схемы расщепления и их конструирование; эллиптические задачи; метод установления; схема переменных направлений; метод Зейделя; итерационные методы с переменным шагом: Чебышевский набор параметров, метод Дугласа–Рэкфорда; вариационный метод Ритца; метод Галеркина; многосеточный метод Федоренко; метод конечных элементов; конечно-разностные методы; численный конечно – разностный метод характеристик; организация вычислительного процесса; разностные схемы для задач аэрогидродинамики; компактные схемы для аппроксимации законов сохранения; компактные схемы 5-7 го порядков аппроксимации; численное моделирование процессов тепло- и массообмена на основе уравнений Навье-Стокса; решение задач теплопроводности методом конечных элементов; уравнения метода конечных элементов для теории поля в общем случае; решение задач механики деформируемых тел методом конечных элементов; нестационарные задачи;

матрица демпфирования элемента; конечно-разностное решение дифференциальных уравнений (явная, неявная, схема Кранка-Николсона); численная устойчивость и колебания; элементы высокого порядка; естественная система координат; преобразование координат; матрица Якоби; субпараметрические, изопараметрические и суперпараметрические элементы; треугольный и тетраэдральный элементы высокого порядка; получения функций форм для элементов высокого порядка; вычисление производных функций форм; четырехугольные элементы; численное интегрирование; метод Гаусса-Лежандра; метод Галеркина; решение систем линейных алгебраических уравнений; прямые методы: Гаусса, Холецкого, фронтальный, блочное исключение; итерационные методы: Якоби, Гаусса-Зейделя, верхней и нижней релаксации, градиентные методы (сопряженных градиентов, Ричардсона); точность, устойчивость и сходимость при численном решении; тест Айронса; метод Рунге-Кутты; уточнение методом Эйткена; сравнение экспериментального и численного исследования; примеры дифференциальных уравнений и приведение их к обобщенному дифференциальному уравнению; члены обобщенного дифференциального уравнения и их физический смысл; особенности трансзвуковых и сверхзвуковых сжимаемых течений; диффузия, стационарная одномерная диффузия (теплопроводность). двух- и трехмерные задачи, общий вид дискретизированного уравнения для диффузии, источникный член, правила составления дискретных аналогов, вычислительные сетки; конвекция и диффузия, установившаяся одномерная конвекция и диффузия, дискретный аналог для двух и трех мерных задач, разностные схемы CD, UD, MARS, QUICK, дискретный аналог для многомерных задач, свойства разностных схем, сеточное число Пекле, границы применимости схем дискретизации, комбинированные и гибридные разностные схемы, искусственная схемная диффузия; расчет поля течения: система уравнений для ламинарного установившегося течения, проблемы при определении поля давления, шахматная сетка, уравнение количества движения, поправки скорости и давления; алгоритмы SIMPLE, SIMPLER, SIMPLEC, метод контрольного объема для нестационарных задач; одномерная задача диффузии (теплопроводности), явная, неявная и схема Кранка-Николсона, критерии устойчивости схем, число Куранта; двух и трех мерные задачи диффузии; нестационарный алгоритм SIMPLE, алгоритм PISO; вычисление стационарной задачи путем “псевдо-временного” решения; особенности задания различных граничных условий; моделирование пористых материалов (дисциплина «Математическое моделирование теплофизических процессов»);

- термодинамические циклы, принципы действия, схемы, основные элементы конструкций тепловых машин и энергоустановок, а также теплофизические процессы, протекающие в них; назначения отдельных элементов конструкций и связь между ними; способы регулирования работы тепловых машин и энергоустановок тепловых машин и энергоустановок (дисциплина «Тепловые машины»);

- основные цели и методы интенсификации процессов теплообмена при теплопроводности, конвекции, лучистом и комбинированном теплообмене, а также при изменении агрегатного состояния вещества; условия, определяющие выбор наиболее эффективных способов интенсификации теплообмена; методы воздействия на пограничный слой с целью интенсификации теплообмена, методы и способы тепловой защиты конструкций; методы оценки эффективности, технологичности, экономичности и надежности выбранного метода интенсификации. (дисциплина Методы интенсификации теплообмена»);
- понятия: наноразмерный объект (одно, двух, трех и нуль-мерные), самоорганизация, квантовая точка, квантовый проводник, нанотрубка, фуллерен, гетероструктура, характеристическое рентгеновское излучение, Оже, фото и вторичная электронная эмиссия, химическое и физическое осаждение пленок, молекулярно-лучевая эпитаксия, нанозерезерование, нанолитография; характеристики: тепловые и физические характеристики наноразмерных объектов и их соотношение с аналогичными свойствами твердых тел, характеристики квантовых объектов – квантовых точек, квантовых проводников и гетероструктур; основы функционирования приборов и оборудования для диагностики наноразмерных объектов и свойств наноструктурированных материалов (дисциплина «Введение в нанотехнологии»);

уметь:

- поставить задачу, выполнить анализ с целью упрощения и формализации задачи для последующего математического моделирования, выбрать метод решения задачи, тип решателя, построить расчетную сетку, разностную схему и оценить результаты решения (дисциплина «Математическое моделирование теплофизических процессов»);
- читать схемы и чертежи конструкций тепловых машин энергоустановок, оценивать эффективность осуществления термодинамических циклов тепловых машин и энергоустановок, проводить эксперименты по тепловому балансу тепловых машин и определению основных характеристик их работы (дисциплина «Тепловые машины»);
- сформулировать цель рассматриваемой проблемы, связанной с выбором оптимальных методов интенсификации процессов теплообмена; разработать физическую и расчетную модель теплообмена и гидравлического сопротивления и рассчитать их при использовании выбранного метода интенсификации; оценить эффективность, технологичность, экономичность и надежность выбранного метода интенсификации, выбрать и обосновать вид тепловой изоляции и произвести ее расчет (дисциплина Методы интенсификации теплообмена»);

- классифицировать наноразмерный объект; оценивать степень применимости стандартных теплофизических представлений, характеристик и свойств для рассматриваемого нанообъекта или наноразмерного процесса; использовать оптимальные методы диагностики исследуемого объекта (дисциплина «Введение в нанотехнологии»);

владеть:

- навыками применения современных и численных методов для расчетов гидродинамики и тепломассобмена; работы с современными программными комплексами, таких как ANSYS, STARCD, CCM+ (дисциплина «Математическое моделирование теплофизических процессов»)
- навыками чтения схем, чертежей различных тепловых машин и установок, проведения испытаний с обработкой экспериментальных данных, получения характеристик работы тепловых машин и анализа полученных данных (дисциплина «Тепловые машины»);
- навыками разработки физических и математических моделей процессов теплообмена с применением наиболее эффективных способов интенсификации теплообмена; выбора и расчета методов и способов тепловой защиты конструкций; решения типичных задач, в том числе – с использованием графических, аналитических и численных методов (дисциплина Методы интенсификации теплообмена»);
- навыками диагностики нанообъектов (дисциплина «Введение в нанотехнологии»)

6.7. Раздел Б.5. Учебная и производственная практики, практикум.

Цель практик и практикума – получение навыков реальной практической инженерной и научно-исследовательской деятельности в лабораторных и производственных условиях путем непосредственного участия студентов в решении актуальных производственных и научно-технических задач с раскрытием индивидуальных склонностей и способностей.

В результате прохождения практик *и практикума* обучающийся должен:

уметь:

- обосновывать актуальность темы работы, формулировать цель работы и решаемые в ее рамках задачи;
- проводить поиск и обработку научно-технической информации, составлять реферативные и аналитические обзоры по теме работы, готовить технические отчеты и публикации;
- выбирать метод и средства проведения эксперимента, планировать эксперимент, обрабатывать и анализировать полученные результаты;
- проводить оценку параметров технологических процессов и оборудования;

- применять информационные технологии для создания и ведения баз данных, выбора и оптимизации технологических процессов и технологического оборудования;
- применять программные продукты для проектирования технологические процессов и оборудования;
- проводить анализ вариантов технических решений;

Владеть:

- навыками освоения и использования наиболее передовых в современном производстве технологий, оборудования и программных продуктов;
- методами и средствами проведения экспериментальных исследований, включая теорию планирования эксперимента, методы обработки и анализа экспериментальных данных;
- навыками управления качеством реальных технологических процессов, включая планирование, проведение и обработку результатов экспериментов;
- навыками конструкторской деятельности, включая отработку изделий на технологичность и контроль за их изготовлением;
- навыками разработки специализированного программного обеспечения для встраивания в технологические комплексы, программирования контроллеров управляющих систем;
- навыками совместной научно-технической работы в группе.

Таблица 2

Структура ООП бакалавриата

Код УЦ ООП	Учебные циклы	Трудоемкость (зачетные единицы)*	Перечень дисциплин базовых и вариативных частей циклов	Коды формируемых компетенций
Б.1	Гуманитарный, социальный и экономический цикл Базовая часть	не менее 30 23	Философия, История, Иностранный язык, Экономика,	П-1, 2, 3, 5, 7; Т-1, 2, 3,4;СЛ- 2,3,5,6; РП-1 ;ОУ-2,5; ПТ-3
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	7	Четыре дисциплины по выбору, например: Русский язык и культура речи, Правоведение, Культурология, Политология	П-1, П-2, П-4, Т-2, Т-3, СЛ-2 ОП-7, ОП-9 НИ-5, ПТ-3

Б.2	Математический и естественнонаучный цикл Базовая часть	92 63	Математический анализ Интегралы и дифференциальные уравнения Аналитическая геометрия Линейная алгебра и функции многих переменных Информатика Физика Химия Термодинамика Статистическая термодинамика Теория тепломассообмена Экология	П-1, 2, 3, 6, 7;Т-1, 2, 3, 4,СЛ-1,2,4;ОП-1,2,3,4,9, 10;ПТ-5; НИ-1,2,3,4,7
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	29	Теоретическая механика, Кратные интегралы и ряды, ТФКП и операционное счисление, Теория вероятности и математическая статистика, Уравнения математической физики, Механика жидкости и газа	П-1;Т-1;ОП-3,4,10; РП-6,7; НИ—2,3
Б.3	Профессиональный цикл Базовая (общепрофессиональная) часть	98 65	Начертательная геометрия Инженерная графика Сопrotивление материалов Теория механизмов и машин Детали машин Электротехника и электроника Материаловедение Технология конструкционных материалов Ядерные и термоядерные энергоустановки	П-7;Т-1,3;СЛ-4;ОП-1,2,3,4,8, 9,10;РП-2,4,5,6,7,8 ПТ-1,2,6; ОУ-2,4; НИ-1,2,4,7,8,9 МН-1,2,3

			Теплообменные аппараты Теория и техника теплофизического эксперимента Безопасность жизнедеятельности	
	Вариативная (профильная) часть – определяется профилем подготовки:	19		
	Профиль «Теплофизика»	19	Математическое моделирование теплофизических процессов Тепловые машины Методы интенсификации теплообмена Введение в нанотехнологии,	<i>П-1,7;Т-1,2,3,4; ОП-1,3; РП-4,5,7,8; НИ-1,3,4,6,7,9</i>
	Вариативная часть – в том числе дисциплины по выбору студента, определяются ООП	14	Управление в технических системах, Технология машиностроения, Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость Физика плазмы Тепловые трубы	<i>П-1,7; Т-1,3; ОП-1,6,9; РП-3,7,9; ПТ-4; ОУ-3; НИ-1,2,3,4,7</i>
Б.4	Физическая культура	2		<i>СЛ-7</i>
Б.5	Учебная и производственная практики и практикумы <i>(практические умения и навыки определяются ООП)</i>	6		<i>П-1-7; Т-1-4; СЛ-1,2,5. ОП-1-10; РП-2,5,6,7,8,9,10; ПТ-1-4 ОУ-1,3,6 НИ-1-9;</i>

Б.6	Итоговая государственная аттестация	12		<i>П-1,2,3; Т-1,2; ОП-1-10; РП-1-9; ОУ-5; НИ-1-8;</i>
	Общая трудоемкость основной образовательной программы	240		

7. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ РЕАЛИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА

7.1. Профилирующие кафедры МГТУ им. Н.Э. Баумана самостоятельно разрабатывают ООП бакалавриата, которая включает в себя учебный план, рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей) и другие материалы, обеспечивающие воспитание и качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практик, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.

Профили ООП определяются на основе предложений выпускающих кафедр и закрепляются приказом ректора МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Кафедры обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

7.2. При разработке ОПП бакалавриата должны быть определены возможности Университета в формировании общекультурных компетенций выпускников.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана должны быть созданы условия, необходимые для всестороннего развития личности.

Университет всесторонне способствует развитию социально-воспитательного компонента учебного процесса, включая развитие студенческого самоуправления, участие обучающихся в работе общественных организаций, спортивных и творческих клубов, научных студенческих обществ.

7.3. Реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (*компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов*) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебных курсов должны быть предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью ООП и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они должны составлять не менее 20 процентов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа не могут составлять более 40 процентов аудиторных занятий.

7.4. В учебной программе каждой дисциплины (модуля) должны быть четко сформулированы конечные результаты обучения в органичной увязке с приобретаемыми компетенциями в целом по ООП.

Общая трудоемкость дисциплины не может быть менее двух зачетных единиц (за исключением дисциплин по выбору обучающихся). По дисциплинам, трудоемкость которых составляет более трех зачетных единиц, должна выставляться оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»).

7.5. Основная образовательная программа должна содержать дисциплины по выбору обучающихся в объеме не менее одной трети вариативной части соответствующего ФГОС ВПО суммарно по циклам Б.1, Б.2 и Б.3. Порядок формирования дисциплин по выбору обучающихся устанавливает Ученый совет МГТУ им. Н.Э. Баумана.

7.6. Максимальный объем учебных занятий обучающихся не может составлять более 54 академических часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы по освоению основной образовательной программы и факультативных дисциплин, устанавливаемых МГТУ дополнительно к ООП и являющихся необязательными для изучения обучающимися.

Объем факультативных дисциплин не должен превышать 10 зачетных единиц за весь период обучения.

7.7. Максимальный объем аудиторных учебных занятий в неделю при освоении основной образовательной программы в очной форме обучения составляет 28 академических часов. В указанный объем не входят обязательные аудиторные занятия по физической культуре.

7.8. Общий объем каникулярного времени в учебном году должен составлять 7-10 недель, в том числе не менее двух недель в зимний период.

7.9. Раздел «Физическая культура» трудоемкостью две зачетные единицы реализуется: при очной форме обучения, как правило, в объеме 400 часов, при этом объем практической, в том числе игровых видов, подготовки должен составлять не менее 360 часов.

7.10. В МГТУ им. Н.Э. Баумана обеспечена обучающимся реальная возможность участвовать в формировании своей программы обучения, включая возможную разработку индивидуальных образовательных программ.

7.11. Кафедры обязаны ознакомить обучающихся с их правами и обязанностями при формировании ООП, разъяснить, что избранные обучающимися дисциплины (модули) становятся для них обязательными.

7.12. ООП бакалавриата МГТУ им. Н.Э. Баумана должна включать лабораторные практикумы и/или практические занятия по следующим

дисциплинам (модулям) базовой части, формирующим у обучающихся умения и навыки в области: физики, химии, информатики, электротехники и электроники, безопасности жизнедеятельности, истории, философии, иностранного языка, математики, термодинамики, статистической термодинамики, теории тепломассообмена, начертательной геометрии, инженерной графики, экономики, сопротивлению материалов, теории механизмов и машин, деталям машин, материаловедению, технологии конструкционных материалов, электротехники и электроники, безопасности жизнедеятельности, метрологии стандартизации и взаимозаменяемости, теории и технике теплофизического эксперимента, теплообменным аппаратам, а также по дисциплинам (модулям) вариативной части, рабочие программы которых предусматривают цели формирования у обучающихся соответствующих умений и навыков.

7.13. Наряду с установленными законодательными и другими нормативными актами правами и обязанностями обучающиеся имеют следующие права и обязанности:

право в пределах объема учебного времени, отведенного на освоение дисциплин (модулей) по выбору, предусмотренных ООП, выбирать конкретные дисциплины (модули);

право при формировании своей индивидуальной образовательной программы получить консультацию на кафедре по выбору дисциплин (модулей) и их влиянию на будущий профиль подготовки;

право при переводе из другого высшего учебного заведения при наличии соответствующих документов на перезачет освоенных ранее дисциплин (модулей) на основании аттестации;

обязанность выполнять в установленные сроки все задания, предусмотренные ООП бакалавриата МГТУ им. Н.Э. Баумана.

7.14. Раздел ООП бакалавриата «Учебная и производственная практики» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся.

Конкретные виды практик определяются ООП. Цели и задачи, программы и формы отчетности определяются профилирующими кафедрами МГТУ по каждому виду практики.

Практики проводятся в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях Университета (учебная практика), обладающих необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями письменного отчета и отзыва руководителя практики от предприятия. По итогам аттестации выставляется оценка.

Разделом учебной практики может являться научно-исследовательская работа обучающегося. В случае ее наличия при разработке программы научно-

исследовательской работы МГТУ им. Н.Э. Баумана предоставляет возможность обучающимся:

- изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию о достижениях отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;
- участвовать в проведении научных исследований или выполнении технических разработок;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию);
- принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий;
- составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию);
- выступить с докладом на конференции.

7.15. Реализация основных образовательных программ бакалавриата обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими, как правило, базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающимися научной и/или научно-методической деятельностью.

Доля преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание, в общем числе преподавателей, обеспечивающих образовательный процесс по данной основной образовательной программе, должна быть не менее 50 процентов, ученую степень доктора наук и/или ученое звание профессора должны иметь не менее *шести* процентов преподавателей.

Преподаватели профессионального цикла должны иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины. Не менее 60 процентов преподавателей (в приведенных к целочисленным значениям ставок), обеспечивающих учебный процесс по профессиональному циклу, должны иметь ученые степени или ученые звания, при этом ученые степени доктора наук или ученое звание профессора должны иметь не менее 8 процентов преподавателей.

К образовательному процессу должно быть привлечено не менее *пяти* процентов преподавателей из числа действующих руководителей и работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

До 10 процентов от общего числа преподавателей, имеющих ученую степень и/или ученое звание может быть заменено преподавателями, имеющими стаж практической работы по данному направлению на должностях руководителей или ведущих специалистов более 10 последних лет.

7.16. Основная образовательная программа должна обеспечиваться учебно-методической документацией и материалами по всем учебным курсам, дисциплинам (модулям) основной образовательной программы. Содержание каждой из таких учебных дисциплин (модулей) должно быть представлено в сети Интернет или локальной сети Университета.

Внеаудиторная работа обучающихся должна сопровождаться методическим обеспечением и обоснованием времени, затрачиваемого на ее выполнение.

Каждый обучающийся должен быть обеспечен доступом к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированной по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

При этом должна быть обеспечена возможность осуществления одновременного индивидуального доступа к такой системе не менее чем для 25 процентов обучающихся.

Библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными и/или электронными изданиями основной учебной литературы по дисциплинам базовой части всех циклов, изданными за последние 10 лет (для дисциплин базовой части гуманитарного, социального и экономического цикла – за последние пять лет), из расчета не менее 25 экземпляров таких изданий на каждые 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы помимо учебной должен включать официальные, справочно-библиографические и специализированные периодические издания в расчете 1-2 экземпляра на каждые 100 обучающихся.

Электронно-библиотечная система должна обеспечивать возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

Оперативный обмен информацией с отечественными и зарубежными вузами и организациями должен осуществляться с соблюдением требований законодательства Российской Федерации об интеллектуальной собственности и международных договоров Российской Федерации в области интеллектуальной собственности. Для обучающихся должен быть обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

7.17. Ученый совет МГТУ им. Н.Э. Баумана при введении ООП бакалавриата утверждает размер средств на реализацию соответствующих основных образовательных программ.

Финансирование реализации основных образовательных программ должно осуществляться в объеме не ниже установленных нормативов финансирования высшего учебного заведения¹⁾.

7.18. МГТУ им. Н.Э. Баумана, реализующее ООП бакалавриата, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, лабораторной, практической и научно-исследовательской работы обучающихся,

¹⁾ Пункт 2 статьи 41 Закона Российской Федерации «Об образовании» от 10 июля 1992 г. № 3266-1 (Собрание законодательства Российской Федерации, 1996, № 3, ст. 150; 2002, № 26, ст. 2517; 2004, № 30, ст. 3086; № 35, ст. 3607; 2005, № 1, ст. 25; 2007, № 17, ст. 1932; № 44, ст. 5280)

предусмотренных учебным планом Университета, и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Минимально необходимый для реализации ООП бакалавриата перечень материально-технического обеспечения включает в себя лаборатории, оснащенные современными стендами и оборудованием, позволяющими изучать технологические процессы в соответствии с профилем подготовки.

При использовании электронных изданий в МГТУ им. Н.Э. Баумана гарантируется обеспечение каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин. На 100 студентов дневного отделения в Университете имеется не менее 10 компьютеров, подключенных к сетям типа Интернет.

МГТУ должен располагать необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

8. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ БАКАЛАВРИАТА

8.1. МГТУ им. Н.Э. Баумана гарантирует обеспечение качества подготовки, в том числе путем:

разработки стратегии по обеспечению качества подготовки выпускников с привлечением представителей работодателей;

мониторинга, периодического рецензирования образовательных программ;

разработки объективных процедур оценки уровня знаний и умений обучающихся, компетенций выпускников;

обеспечения компетентности преподавательского состава;

регулярного проведения самообследования по согласованным критериям для оценки деятельности (стратегии) и сопоставления с другими образовательными учреждениями с привлечением представителей работодателей;

информирования общественности о результатах своей деятельности, планах, инновациях.

8.2. Оценка качества освоения основных образовательных программ должна включать текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию обучающихся на основе балльно-рейтинговой системы и итоговую государственную аттестацию выпускников.

8.3. Конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний по каждой дисциплине доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения.

8.4. Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП (текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация) создаются фонды

оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

В МГТУ им. Н.Э. Баумана созданы условия для максимального приближения программ текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся к условиям их будущей профессиональной деятельности – для чего кроме преподавателей конкретной дисциплины в качестве внешних экспертов активно привлекаются работодатели и преподаватели, читающие смежные дисциплины.

8.5. Обучающимся предоставлена возможность оценивания содержания, организации и качества учебного процесса в целом, а также работы отдельных преподавателей.

8.6. Итоговая государственная аттестация включает защиту выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы). Государственный экзамен вводится по усмотрению профилирующих кафедр Университета.

Требования к содержанию, объему и структуре бакалаврской работы, а также требования к государственному экзамену (при наличии) определяются Положением ВКР МГТУ им. Н.Э. Баумана.

9. СПИСОК ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ АКАДЕМИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА И РАБОТОДАТЕЛЕЙ, ПРИНИМАВШИХ УЧАСТИЕ В РАЗРАБОТКЕ И ЭКСПЕРТИЗЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА БАКАЛАВРИАТА

Разработчики:

МГТУ им.Н.Э.Баумана
зав. кафедрой «Теплофизика»
доцент
доцент

В.И. Хвесьюк
В.В. Школа
А.Ю. Чирков

Эксперты:

Институт проблем механики
им. А.Ю. Ишлинского РАН
зам. директора
с.н.с.

С.Т. Суржигов
В.В. Кузенов

Проректор по учебно-методической работе

С.В. Коршунов

Начальник управления
образовательных стандартов и программ

Д.В. Строганов