

DOI: 10.55090/19964552\_2023\_6\_66\_79

# СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЮ

**Константинов Андрей Николаевич,**

*кандидат химических наук, доцент кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии,*

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет» Институт математики, физики, информатики

 himcity@mail.ru

**Шамало Тамара Николаевна,**

*доктор педагогических наук, профессор кафедры физики, технологии и методики обучения физике и технологии,*

ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет» Институт математики, физики, информатики

 shamalo@gmail.com

---

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен процесс отбора содержания общетехнических дисциплин для подготовки будущих специалистов по материаловедению в условиях многовекторности технического развития. Проведен анализ образовательных программ и дисциплин образовательных организаций высшего и средне профессионального образования Российской Федерации на предмет наличия общетехнических дисциплин и их связи с материаловедением в вариативных модулях по приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники. На основании этого выделены профильные дисциплины и направления подготовки, которые дополняют обучение материаловедению.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** *отбор содержания технических дисциплин, материаловедение, преподаватель общетехнических дисциплин*

*Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства просвещения РФ «Методология формирования содержания подготовки преподавателя общетехнических дисциплин в условиях многовекторного технического развития»*

# CONTENTS OF GENERAL TECHNICAL DISCIPLINES FOR TRAINING FUTURE SPECIALISTS IN MATERIALS SCIENCE

**Konstantinov A. N.,**

*Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology,*

Ural State Pedagogical University Institute of Mathematics, Physics, Informatics

**Shamalo T. N.,**

*Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Physics, Technology and Methods of Teaching Physics and Technology,*

Ural State Pedagogical University Institute of Mathematics, Physics, Informatics

---

## ABSTRACT

The article discusses the process of selecting the content of general technical disciplines for training future specialists in materials science in the context of multi-vector technical development. An analysis of educational programs and disciplines of educational organizations of higher and secondary vocational education in the Russian Federation was carried out for the presence of general technical disciplines and their connection with Materials Science in variable modules in priority areas of development of science, technology and engineering. Based on this, specialized disciplines and areas of training have been identified that complement the training in Materials Science.

**KEYWORDS:** *content of technical disciplines, materials science, teacher of general technical disciplines*

*The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Education of the Russian Federation "Methodology for developing the content of training for teachers of general technical disciplines in the conditions of multi-vector technical development"*

**Ч**еловечество вступило в новый технологический уклад — нано-био-информационно-коммуникационный, основными отраслями которого являются нано- и биотехнологии, наноэнергетика, молекулярная, клеточная и ядерная технологии, нанобиотехнологии, а основное достижение уклада — индивидуализация производства и потребления, резкое снижение энергоёмкости

и материалоёмкости производства, конструирование материалов и организмов с заранее заданными свойствами. Все это говорит о многовекторности развития научно-технического прогресса.

Новый технологический уклад характеризуется и массовым внедрением киберфизических систем в во все сферы человеческой деятельности. Можно сказать, что это — четвертая промышленная революция «Индустрия 4.0», представляющая собой новый уровень организации и контроля над всей производственной цепочкой в течение всего жизненного цикла продукции. Актуальность и значимость вышеизложенного подчеркивает перечень критических технологий Российской Федерации и концепция технологического развития на период до 2030 г.<sup>1</sup>

Естественно, возникает вопрос обеспечения всех этих направлений соответствующими научными, техническими, рабочими кадрами, подготовкой которых занимаются преподаватели дисциплин, объединённых в группу «общетехнические дисциплины». Актуальным становится вопрос отбора содержания подготовки таких преподавателей. Для этого должны быть выделены содержательные инварианты, которые будут: во-первых, важны для всех технических направлений и критических технологий; а во-вторых, для всех уровней образования — школьного, среднего профессионального и высшего.

Одним из таких «сквозных» и универсальных направлений является материаловедение.

Материаловедение — прикладная наука, изучающая строение и свойства материалов. Исходя из огромного разнообразия видов материалов и их свойств складываются особенности изучения и преподавания материаловедения. Особенности в изучении свойств материалов и их проектирования, способов получения и применения находят отражение в макро- и нано объемах, в последних свойства меняются кардинальным образом, так как размер частиц является активной термодинамической переменной, определяющей вместе с другими термодинамическими переменными состояния системы. Исходя из этого, необходимо знать основные аспекты строения и свойств материалов, их структуру и дефекты, диаграммы состояния, виды термообработки, виды материалов, а также уметь работать

---

<sup>1</sup> Концепция технологического развития на период до 2030 г. (утвержденная распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-п. URL: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf>)

на соответствующем оборудовании по исследованию свойств материалов. Материаловедение служит фундаментальной основой для изучения многих дисциплин общепромышленного цикла и специальных дисциплин, поэтому оно тесно связано с инженерингом, который находится между наукой и производством, формируя технологическую базу производственной деятельности.

Ранее, в рамках выполняемого государственного задания<sup>2</sup>, были выделены принципы, которыми нужно руководствоваться при отборе содержания подготовки преподавателя общетехнических дисциплин (ОТД): ориентация на перечень актуальных технологий; принцип дополнения; дифференциации по уровню технического образования; дифференциации по уровню освоения ОТД; выделение инварианта содержания; цифровой характер и открытость учебного информационного ресурса.

Рассмотрим более подробно учёт вышеуказанных принципов при отборе содержания обучения материаловедению.

#### *1. Ориентация на перечень актуальных технологий.*

Формирование содержания должно строиться от специфики приоритетного направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации, а именно:

- Безопасность и противодействие терроризму.
- Индустрия наносистем.
- Информационно-телекоммуникационные системы.
- Науки о жизни.
- Перспективные виды вооружения, военной и специальной техники.
- Рациональное природопользование.
- Робототехнические комплексы (системы) военного, специального и двойного назначения.
- Транспортные и космические системы.
- Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

В каждом из этих направлений можно выделить актуальные проблемы, решение которых невозможно без использования материаловедения, так как для каждого из этих направлений можно указать специфические свой-

---

<sup>2</sup> Государственное задание Министерства просвещения РФ «Методология формирования содержания подготовки преподавателя общетехнических дисциплин в условиях многовекторного технического развития»

ства требуемых материалов: брони, элементов ядерного реактора, корпуса космического корабля, биоразлагаемых упаковочных материалов и пр.

## 2. Дополнения.

В рамках выполняемого государственного задания был проведен анализ образовательных программ 154 образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования Российской Федерации на предмет наличия общетехнических дисциплин в вариативных модулях по указанным выше приоритетным направлениям. Среди проанализированных приоритетных направлений получилось следующее распределение по количеству дисциплин, имеющих тесную связь с материаловедением: рациональное природопользование (427 дисциплин); индустрия наносистем (418 дисциплин), энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (193 дисциплины), науки о жизни (182 дисциплины).

Среди проанализированных дисциплин (878 дисциплин) многие повторяются неоднократно. В первую очередь, это дисциплины фундаментального характера: органическая химия встречалась 17 раз, физика — 14, химия — 13, физическая химия — 11, физика конденсированного состояния — 11, аналитическая химия встречалась 9 раз, квантовая и оптическая электроника — 9, общая и неорганическая химия — 9, квантовая механика — 9, прикладная механика — 8, общая химия — 8, электротехника — 8, физика твердого тела — 6, коллоидная химия — 6, биохимия — 5, гидрогазодинамика — 5 раз. Остальные дисциплины из общего количества проанализированных встречались менее 5 раз или 1 раз, что составляет львиную долю среди общего перечня проанализированных дисциплин. Обращает на себя внимание тот факт, что среди перечисленного количества повторяющихся дисциплин в проанализированных образовательных организациях часто встречается химия в разных вариантах ее исполнения. Это можно объяснить тем, что химические науки непосредственно связаны с созданием (синтезом) новых веществ и материалов, что наглядно демонстрирует впечатляющее количество зарегистрированных в регистрационной системе CAS на сегодняшний день новых веществ порядка 204 млн — органические вещества, сплавы, координационные соединения, минералы, смеси, полимеры [1].

Также можно выделить некоторые профильные дисциплины и направления подготовки, которые дополняют обучение материаловедению. Для направлений подготовки Электроника и наноэлектроника (11.03.04),

Нанотехнологии и наноматериалы (28.00.00), Нанотехнологии и микро-системная техника (28.03.01), Наноинженерия (28.03.02), Наноматериалы (28.03.03) такими дисциплинами являются:

- Практическая кристаллография;
- Методы исследования материалов и структур электроники;
- Ионно-плазменная обработка материалов;
- Физико-химия и технология наноструктур;
- Физика композиционных материалов;
- Технология материалов нанoeлектроники и микросистемной техники;
- Материаловедение наноструктурированных материалов;
- Материаловедение магнитной электроники и микросистемной техники;
- Технология материалов и эпитаксиальных структур;
- Химия наноматериалов и наносистем;
- Фазовые и структурные переходы в наномодифицированных материалах;
- Физико-химия наночастиц и порошкообразных материалов;
- Методы исследования наноматериалов и структур;
- Специальные вопросы материаловедения и др.

Для направлений подготовки Ядерная энергетика и теплофизика (14.03.01), Ядерные реакторы и материалы (14.05.01), Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (14.05.02), Атомные электрические станции и установки (14.02.01) профильными дисциплинами являются:

- Взаимодействие водорода с конструкционными материалами;
- Физика специальная;
- Химия наноструктур;
- Физика конденсированного состояния;
- Материаловедение и технология конструкционных материалов
- Материаловедение (материалы ядерных реакторов);
- Специальные материалы и защищенность ядерно-топливного цикла;
- Методы и приборы измерений ядерных материалов и др.

Для направлений подготовки Биотехнология (19.03.01), Биотехнические системы и технологии (12.03.04):

- Взаимодействие упаковочных полимерных материалов с продуктами питания;
- Прикладная механика;

- Наноматериалы в биотехнологии;
- Современный курс органической и физической химии;
- Материаловедение. Биоматериалы;
- Нанотехнологии для биомедицины;
- Методы исследования наноматериалов для биомедицины;
- Конструкционные и биоматериалы и др.

### 3. Дифференциации по уровню освоения

- *деятельностный практический* — в рамках изучения материаловедения обучающиеся осваивают как теоретическую составляющую, так и элементы практической деятельности, например, связанной с испытанием материалов и определением их механических свойств;
- *деятельностный теоретический* — материаловедение осваивается без практической деятельности, но с выполнением заданий теоретического плана: составление рефератов, обзоров, обсуждение на семинарах и т. п.;
- *ознакомительный* — освоение на уровне лекционного обзора назначения и особенностей материалов.

Как видно из приведённого выше перечня дополнительных дисциплин в различных направлениях подготовки, в каждой из них они отражают её специфику, в зависимости от которой они изучаются на одном из этих уровней.

### 4. Дифференциация по уровню образования.

Рассмотрим особенности обучения и преподавания материаловедения на разных ступенях образования.

Средняя школа.

Содержание обучения материаловедению представлено в образовательной области «Технология» и включает в себя следующие составляющие: технологические процессы производства изделий с использованием конструкционных материалов, текстильных материалов, пищевых продуктов; технологические процессы художественно-прикладной обработки материалов; технологические процессы производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции; технологии преобразования и использования энергии. На рассматриваемом уровне образования существуют свои методические особенности преподавания материаловедения [2].

Структура учебников «Технология» условно составлена из четырех блоков. Первый блок охватывает период младшего школьного возраста

(1 — 4 классы), второй — период подросткового возраста (5 — 7 классы), третий — период ранней юности (8 — 9 классы), четвертый — период старшего юношеского возраста (10 — 11 классы). Блоки содержания скомпонованы из модулей, которые базируются на конкретных технологических процессах и пронизаны сквозными образовательными линиями.

В первом блоке в виде отдельных модулей преимущественно изучаются технологии ручной художественно-прикладной обработки природных и искусственных материалов, которые технологически безопасны для учащихся данного возраста, не требуют значительных физических усилий и в то же время способствуют интеллектуальному, физическому, эстетическому и познавательно-трудовому развитию учащихся.

Содержание второго блока — это наиболее распространенные технологические процессы в сферах производства, сервиса, домашнего быта и содержательно-прикладного досуга. Это технологии обработки конструкционных материалов, сборки и управления техническими устройствами, методы и средства художественно-прикладной обработки материалов, технологии ремонтно-отделочных и санитарно-технических работ, технологии преобразования и использования энергии, элементы машиноведения.

Содержание третьего блока построено на расширении спектра технологической подготовки учащихся и направлено на обоснованный выбор направления профильного обучения или начального профессионального образования. В этот блок включены технологии, которые не изучались учащимися в предшествующий период или представляли в содержании тематически не явно выраженные сквозные образовательные линии, в том числе технологии профессионального самоопределения.

В четвертом блоке, связанным с завершением обучения в полной средней школе, осуществляется углубленное изучение одной из технологий, соответствующей выбранному профилю обучения.

Согласно примерной рабочей программе основного общего образования для 5-9 классов материаловедение изучается в инвариантном модуле:

- модуль «Производство и технологии», 5 класс, темы: Материалы и сырье, Естественные (природные) и искусственные материалы, Материальные технологии. Технологический процесс.
- модуль «Технологии обработки материалов и пищевых продуктов», 5, 6 класс, темы: Технологии обработки конструкционных материалов, Технологии обработки текстильных материалов.



В соответствии с развитием отраслей нового технологического уклада решаются различные задачи и проблемы материаловедения, которые находят отражение в специфике преподавания материаловедения в школе, например, направление «Современные материальные, информационные и гуманитарные технологии и перспективы их развития» включает такие темы, как «Технологический процесс», «Материалы, изменившие мир», «Технологии получения и обработки материалов с заданными свойствами». Обсуждение технологического процесса с учениками особенно актуально, поскольку мы переживаем новый этап индустриализации. Появление такой области знания, как нанотехнология, получило огромный резонанс. Меняются представления о материалах, например новые композитные материалы могут вытеснить некоторые сплавы, которые сейчас широко используются в промышленности.

Таким образом, на уровне среднего образования изучение материаловедения включает в себя первоначальные аспекты теоретического и практического характера — знакомство с природными и искусственными материалами и их обработкой, конструкционными и текстильными материалами и их обработкой.

Кроме того, материалы изучаются и в рамках других дисциплин — физики и химии.

Рассмотрим особенности обучения и преподавания материаловедения в СПО.

Специфика этого уровня образования по отношению к изучению материаловедения заключается в том, что студенты должны понимать строение, физические, химические, магнитные, оптические, термические свойства различных материалов и веществ, из которых они состоят. Необходимо знать, как меняются физико-химические свойства материалов при внешнем термическом, механическом или химическом воздействии на них. Также очень важно понимать, как эксплуатировать тот или иной материал в машиностроении или строительстве и можно ли его вообще в том или ином конкретном случае использовать. То есть значимость и особенность изучения и преподавания материаловедения определяется той спецификой деятельности, которую непосредственно должны выполнять будущие выпускники. Например, для студентов, обучающихся по программам профессионального обучения по профессии «Маляр, штукатур», изучаемые разделы материаловедения выглядят так: Классификация и свойства строительных материалов, Связующие вещества для

окрасочных составов, Пигменты, Готовые лакокрасочные материалы, Материалы для обойных работ. Для студентов, обучающихся по программам профессионального обучения по специальности «23.02.04 Техническая эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям)» изучаемые разделы выглядят так: Металловедение, Обработка металлов, Электротехнические материалы, Неметаллические материалы.

На уровне СПО реализуется деятельностный практический уровень освоения — в рамках изучения материаловедения обучающиеся изучают закономерности технологических процессов получения материалов, знакомятся с видами механической, химической и термической обработки металлов и сплавов, с методами измерения параметров и определения свойств материалов, требованиями к выбору материалов и др. А в практическом аспекте формируют умения определять свойства различных материалов с помощью специального оборудования, подбирать материалы по их назначению и условиям эксплуатации, подбирать способы и режимы обработки металлов (литьем, давлением, сваркой, резанием) для изготовления деталей и др.

Рассмотрим особенности обучения и преподавания материаловедения в ВУЗе.

Образовательные программы охватывают исследование широкого спектра материалов: металлических сплавов, керамик, материалов биомедицинского назначения, полупроводников, кристаллов и так далее. Обучение строится по принципу участия студентов в исследованиях научных лабораторий и центров и заканчивается защитой индивидуальных научно-исследовательских работ, связанных с изучением и разработкой перспективных материалов. Могут быть и различные профили подготовки, например:

- Биомедицинские наноматериалы;
- Лазерная техника: материалы и устройства;
- Высокотемпературные и сверхтвердые материалы;
- Инновационные конструкционные материалы;
- Материаловедение функциональных материалов нанoeлектроники;
- Физика и технологии функциональных материалов;
- Физико-химия процессов и материалов;
- Прикладная аналитика в металлвоведении;
- Солнечная энергетика. Наука и материалы;

- Современное материаловедение;
- Биоматериаловедение;

На уровне высшего образования реализуется деятельностный теоретический уровень освоения, если специфика образовательного учреждения не связана непосредственно с материаловедением — материаловедение осваивается без практической деятельности, но с выполнением заданий теоретического плана: составление рефератов, обзоров, обсуждение на семинарах, работа на онлайн платформах [3].

Таким образом, изучение материаловедения на уровне СПО и высшего образования отличается от школьного уровня тем, что оно направлено на получение фундаментальных знаний в области физики конденсированного состояния, углубленных представлений об электронной и атомно-кристаллической структуре твердых тел, структурно-фазовых превращениях, физических свойствах (электрических, магнитных, механических и др.) проводниковых, полупроводниковых и диэлектрических материалов, взаимосвязи между атомно-электронной структурой, составом и различными физическими свойствами материалов, применяемых в различных технических отраслях, поведении твердых тел в широком диапазоне температур и давлений, а также методах определения физических свойств и оценки функциональных характеристик материалов. Появляется также специфика проведения практических и лабораторных работ, которые проходят на специализированном оборудовании и приборах. Кроме того, освоение материаловедения способствует формированию профессиональных компетенций. Преподавание материаловедения является составной частью всей системы высшего образования [4].

#### *5. Выделение инварианта содержания*

Выделим инвариант содержания обучения материаловедения, который должен присутствовать в содержании образовательных программ всех уровней. С нашей точки зрения, этот инвариант может быть следующим: Предмет материаловедения. Классификация материалов. Черные металлы и сплавы. Цветные металлы и сплавы. Основные свойства и строение неметаллических материалов. Технологии получения материалов. Области применения материалов. Строение материалов. Свойства материалов и методы их определения. Современные проблемы материаловедения.

Освоение такого содержания позволит реализовать принцип преемственности образовательных программ.

### *6. Цифровой характер и открытость учебного информационного ресурса.*

Как и при изучении различных дисциплин, в том числе и материаловедение предполагает использование в образовательном процессе цифровых образовательных ресурсов, которые интерактивно моделирует реальный технический объект и предоставляют возможность изучения его свойств посредством визуализации. Среди них могут быть: учебные тренажеры и симуляторы, образовательные порталы, виртуальные лаборатории, профессиональное программное обеспечение, системы автоматизированного проектирования, позволяющие изучать микроструктуры, влияние температуры нагрева на размер зерна, строить диаграммы состояния, исследовать металлы и сплавы, определять механические свойства материалов и др. Следует отметить, что использование подобной визуализации сводит на нет ошибки, которые могут быть допущены при проведении реальной лабораторной работы, например, по испытанию материала. О виртуальных опасностях обучающихся предупредят сообщения, выводимые на экран компьютера.

В качестве примера можно указать программный комплекс «Балка», предназначенный для обучения студентов знаниям, умениям и навыкам построения, познания и исследования балки с помощью метода компьютерного моделирования в курсе «Сопротивление материалов». Используя этот программный комплекс, студенты могут моделировать различные виды балок, рассчитывать статически определимые и статически неопределимые балки по классической балочной теории плоско-поперечного изгиба. Программное средство «Балка» выполняет две функции: во-первых, оно является редактором для построения различных типов балок, а во-вторых, позволяет осуществить расчет реакций в опорах, значения перерезывающей силы, изгибающего момента, прогибов балки и углов поворота в характерных и любых других (по выбору) точках балки. С этим средством можно начинать знакомить и школьников, в частности, при изучении в курсе физики механических свойств веществ и использовать его для дополнительной, проектной деятельности школьников.

В контексте уровней образования следует отметить, что на уровне основной общеобразовательной школы обучающиеся могут использовать в процессе изучения материаловедения учебные тренажеры и симуляторы, образовательные порталы, виртуальные лаборатории, что в целом будет соответствовать приобретению начальных знаний и умений, формируемых при изучении, например, свойств конструкционных материалов,

о чем речь шла выше при описании соответствующего принципа обучения. На уровне СПО и высшего образования студенты помимо тренажеров и виртуальных лабораторий могут использовать профессиональное программное обеспечение, дающее полноценное представление о изучаемом объекте.

Вывод: материаловедение является интегративной дисциплиной и, именно поэтому, занимает особое положение среди базовых предметов технико-технологической и инженерной направленности, изучаемых в учебных заведениях. Следует обратить внимание на то обстоятельство, что в зависимости от конкретной специальности и образовательного уровня эта дисциплина весьма сильно меняется в своей содержательной части. С другой стороны, трудно найти специальность, связанную с какой-либо прикладной деятельностью, где в соответствующий образовательный стандарт не были бы включены сведения, относящиеся к материаловедению. Поэтому можно смело утверждать, что каждое направление профессиональной подготовки и каждая ступень образования имеет «свое» материаловедение, следовательно в подготовке будущего преподавателя общетехнических дисциплин материаловедение должно занимать одну из ведущих позиций. ■

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Регистр CAS URL: <https://www.cas.org/cas-data/cas-registry> (дата обращения: 12.09.2023).
2. *Твердынин Н. М., Великанов Е. Ю.* Методические особенности преподавания материаловедения в педагогическом вузе. Профессиональное образование. Столица. 2008. № 11. С. 30-32.
3. *Галимзянова Д. Р.* Преподавание дисциплины «Материаловедение» в наше время. В сборнике: Достижения вузовской науки: от теории к практике. сборник материалов I Международной научно-практической конференции. 2017. С. 6-11.
4. *Якубов С. Х., Холмуродов Д. С. У., Якубова Л. С.* Особенности системного подхода к преподаванию материаловедения и технологии конструкционных материалов. Научный потенциал. 2019. № 2-3 (25-26). С. 61-64.