

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НАНОТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
3	2	72	20	16	0		36	0	3
Итого	2	72	20	16	0	0	36	0	

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина входит в базовую часть профессионального модуля дисциплин.

В результате освоения данной дисциплины магистрант сможет самостоятельно проводить выбор необходимых металлов и сплавов, методов их термической и термомеханической обработки, прогнозировать условия применения наноматериалов в конструкциях.

Рабочая программа дисциплины полностью соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

### **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» является:

- рассмотрение общих проблем создания, исследования и применения металлических наноматериалов с учетом условий эксплуатации;
- овладение основными методами получения наноматериалов;
- знакомство с особенностями физических, механических и технологических свойств объемных наноматериалов.

Всё это позволит обучающемуся самостоятельно проводить выбор необходимых металлов и сплавов, методов их термической и термомеханической обработки, прогнозировать условия применения наноматериалов в конструкциях.

### **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль дисциплин по направлению «Технология атомного машиностроения».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ОП подготовки бакалавра по специальности 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» в полном объеме, а также следующие дисциплины ОП подготовки магистра по той же специальности:

Философские проблемы науки и техники;

Математическое моделирование в машиностроении;

Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента;

Современные процессы и оборудование обработки металлов в машиностроении.

Данная дисциплина является базой для изучения специальных дисциплин «Проектирование станочных приспособлений», «Современная организация производства и нормирование труда на предприятии», «Технологическое обеспечение точности в машиностроении», «Качество поверхностного слоя и его влияние на эксплуатационные свойства деталей машин», «Технологическое обеспечение качества».

Знание ее содержания необходимо при выполнении работ по НИРМ и по практической диссертационной работе магистра.

Задачами данной дисциплины являются:

- формирование у обучающегося общих представлений о физических процессах, происходящих при измельчении структуры металлов и сплавов физическими, химическими и деформационными методами обработки;
- практическое применение деформационных методов получения наноструктурных металлических материалов;
- знакомство с современными методами оценки физических и механических свойств наноматериалов.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	3-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
производственно-технологический			
Разработка и внедрение оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий; модернизация действующих и проектирование новых эффективных	Разработка и внедрение проектов промышленных процессов и производств; исследование и разработка проектных решений технологического комплекса	ПК-1 [1] - Способен анализировать современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу	3-ПК-1[1] - Знать: современные проектные решения, нормы технологического проектирования, заданную производственную программу структурных

<p>машиностроительных производств различного назначения, в частности с использованием производственной системы ГК «Росатом», средств и систем их оснащения, производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства; выбор материалов, оборудования и других средств технологического оснащения, автоматизации и управления для реализации производственных и технологических процессов изготовления машиностроительных изделий; эффективное использование материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств автоматизации, контроля, диагностики и управления на основе цифровизации машиностроительных производств ОИАЭ с учетом обеспечения требований по качеству, безопасности и надежности.</p>	<p>механосборочного производства; разработка конструкторской, технологической, технической документации комплексов механосборочного производства; разработка и оптимизация производственных процессов в тяжелом машиностроении</p>	<p>структурных подразделений предприятия механосборочной области производства; разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 28.003</p>	<p>подразделений предприятия механосборочной области производства. ; У-ПК-1[1] - Уметь: разрабатывать новые методы и технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе.; В-ПК-1[1] - Владеть: методами технологии систем механизации и автоматизации производств с применением аппаратных и программных технических средств серийного, опытного и экспериментального производства, функционирующих на цифро-физической основе.</p>
---	--	---	---

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Введение в нанотехнологии	1-4	4/4/0	КИ-4 (10)	10	КИ-4	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1
2	Физические основы нанотехнологий	5-8	6/4/0	Кл-8 (15)	15	Кл-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1
3	Методы исследования nanoструктур и свойств	9-12	4/4/0	Кл-12 (15)	15	Кл-12	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
4	Применение наноматериалов машиностроении	13- 16	6/4/0	КИ-16 (10)	10	КИ-16	3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		20/16/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Кл	Коллоквиум
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	20	16	0
1-4	<b>Введение в нанотехнологии</b>	4	4	0
1	<b>Нано, микро, макро-масштаб</b> Общие понятия и определения. Виды наноматериалов.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2 - 4	<b>Классификация наноматериалов и нанотехнологий</b>	Всего аудиторных часов		

	Классификация наноматериалов по структуре и назначению. Классификация методов получения и обработки материалов, анализ и синтез материалов. Критерии выбора наноматериалов. Критерии выбора нанотехнологий.	2	2	0
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
<b>5-8</b>	<b>Физические основы нанотехнологий</b>	6	4	0
5 - 6	<b>Размерные эффекты</b> Эффект Холла-Петча и его аномальные зависимости. Критический размер однодоменности. Размер зерен и характерные размеры носителей тока, магнетизма, деформации.	Всего аудиторных часов		
	2	2	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
7	<b>Низкоразмерные наноструктуры</b> Квантовые точки. Квантовые проволоки. Тонкие пленки	Всего аудиторных часов		
	2	1	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
8	<b>Фуллерены и фуллериты, нанотрубки</b> Фракталы. Самосборка в зондовых микроскопах. Свойства углеродных нанотрубок	Всего аудиторных часов		
	2	1	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
<b>9-12</b>	<b>Методы исследования наноструктур и свойств</b>	4	4	0
9 - 10	<b>Инструменты нанотехнологий для исследования структуры</b> Методы зондовой и просвечивающей микроскопии. Растворная электронная микроскопия. Рентгеноструктурный анализ. Атомно-силовая микроскопия.	Всего аудиторных часов		
	2	2	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
11 - 12	<b>Инструменты нанотехнологий для исследования свойств</b> Кинетическое микроиндентирование. Наноиндентирование. Нанотестры. Микро и нанотвердость.	Всего аудиторных часов		
	2	2	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
<b>13-16</b>	<b>Применение наноматериалов в машиностроении</b>	6	4	0
13 - 14	<b>Области применения наноматериалов и технологий</b> Медицинская диагностика и медицинский инструмент, имплантаты, фармакология. Информационная и компьютерная техника.	Всего аудиторных часов		
	2	2	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
15	<b>Применение наноматериалов в машиностроении</b> Новые функциональные материалы. Реакторные материалы. Упрочнение поверхности. Смазочные материалы.	Всего аудиторных часов		
	2	1	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	
16	<b>Нанотехнологии и безопасность</b> Отходы производства. Экология окружающей среды. Химическое и биологическое воздействие наночастиц.	Всего аудиторных часов		
	2	1	0	
	<b>Онлайн</b>			
	0	0	0	

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции

ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 3	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1</b> Взаимосвязь единиц измерения на различных масштабных уровнях
4	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2</b> Коллоквиум 1 по темам 1-2
5 - 7	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3</b> Выбор материала и метода его обработки для деталей и конструкций реактора
8	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4</b> Коллоквиум 2 по темам 3-5.
9 - 11	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5</b> Выбор технологии для получения наноматериалов в виде проволоки, полосы, прутка.
12	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6</b> Коллоквиум 3 по темам 6, 7.
13 - 15	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7</b> Расчет механических свойств по кривым деформирования растяжением и кинетического индентирования.
16	<b>ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8</b> Обзорные и консультационные занятия, связанные с подготовкой к зачету, по всем темам курса

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Нанотехнологии в машиностроении» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий (8 часов лекций и 28 часов семинаров) используются технические средства обучения (компьютерный проектор, учебные видеофильмы и презентации по тематике учебной дисциплины).

Самостоятельная работа студентов (36 часов) подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к докладам на семинарах, коллоквиумам, решение задач и зачету.

Для контроля усвоения студентом разделов данного курса используются тестовые технологии, ответы на которые позволяют судить об усвоении студентом данного курса. Усвоение студентами материала курса контролируется написанием коллоквиумов. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к тестам и практическим занятиям, а так же выполнение домашних заданий.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-4, Кл-8
	У-ПК-1	З, КИ-4, Кл-8
	В-ПК-1	З, КИ-4, Кл-8
УК-2	З-УК-2	З, Кл-12, КИ-16
	У-УК-2	З, Кл-12, КИ-16
	В-УК-2	З, Кл-12, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»		A
85-89			B
75-84	4 – «хорошо»	«Зачтено»	C
70-74			D
65-69			E
60-64	3 – «удовлетворительно»		
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«Не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и

навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Р93 Наноматериалы : учебное пособие, Рыжонков Д.И., Лёвина В.В., Дзидзигури Э.Л, Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012
2. 620 М29 Нанотехнологии - Ударный вводный курс : учебное пособие, Лахтакия А., Мартин-Пальма Р.Дж., Долгопрудный: Интеллект, 2014
3. ЭИ А 65 Основыnanoструктурного материаловедения. Возможности и проблемы. — 4-е изд., электрон. — (Нанотехнологии) : , Андриевский Р. А., Москва: Лаборатория знаний, 2020

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 620 Г61 Введение в нанотехнику : , Головин Ю.И., Москва: Машиностроение, 2007

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Для успешного изучения курса «Нанотехнологии в машиностроении» необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Любой учебник нужно конспектировать, т. е. записывать самое главное из того, что вы поняли (записывать надо мысли, а не текст). Все, что осталось непонятым, надо на ближайшем занятии спросить.

Выводы, встречающиеся в курсе (учебник, лекция), необходимо проделать самостоятельно (спустя некоторое время после проработки и не заглядывая в конспект или учебник).

После того как вы научились давать определения (физически правильно и грамматически верно), записывать их математически, формулировать своими словами и записывать физические законы, объяснять, где и как они применяются, можно считать изучение данного раздела законченным. Прорабатывая материал, полезно пользоваться разными учебниками, информацией из интернета и периодических журналов, например, «Наноинженерия» и «Российские нанотехнологии». При подготовке к зачету достаточно собственного конспекта.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют строго за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Подготовиться к очередному семинарскому занятию - это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Методические рекомендации преподавателям с указанием наиболее эффективных средств и методов обучения.

### **1. Принципы обучения**

- Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени.

- Обучение должно быть не пассивным, но активным. «Истинное знание всегда самостоятельно» (Л.Н. Толстой).

- Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

- Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу. Необходим регулярный контроль над работой студентов.

### **2. Методические рекомендации к проведению лекций**

Подготовка к лекции. Составить план лекции, в котором указать, какие вопросы и в какой последовательности будут излагаться, какие демонстрации и в каком «месте» будут показаны. Демонстрации должны быть обязательно к месту и с объяснением сути демонстрируемого явления.

Следует ознакомиться с тем, как излагается соответствующий вопрос в нескольких заслуживающих доверия учебных пособиях, после чего наступает самый важный этап подготовки – обдумывание материала.

Чем лектор меньше «симпатизирует» теме лекции, тем тщательнее должен ее готовить. На лекцию нужно идти, безуказненно владея материалом

Характер лекции. Лекции должны быть эмоционально окрашенными Нужно увлекать слушателей. Выражать удивление и восхищение полученными результатами. Обращать внимание на их простоту (если не имеет место противное), симметрию, красоту. Очень опытный, творчески работающий лектор может позволить себе во время лекции импровизацию

Читая лекцию, нужно стремиться будить мысль, рассуждать вслух, вовлекая в этот процесс студентов. Когда бывает, возможно, предлагать студентам сообразить, каким может быть искомый результат.

### 3. Техника чтения.

В начале лекции нужно дать краткое введение, аннотацию, обзор для ориентировки. Закончив изложение, какого- либо вопроса, дать резюме, обозреть сделанное. В ходе лекции нужно указывать, что и в каком виде студенту нужно будет помнить наизусть, и в особенности, что не надо стремиться запомнить. Читая лекцию, нужно все время заботиться, чтобы вас понимали.

Говорить громко,нятно, разборчиво, писать крупно, аккуратно и четко. Следить за темпом чтения. Темп должен быть достаточно умеренным для того, чтобы студенты успевали следить за ходом рассуждений и записывать основное, и вместе, с тем достаточно живым, чтобы не воцарилась скука.

Рассуждая вслух и вовлекая, по возможности, в эти рассуждения студентов, составляем мнение о возможном виде рассматриваемой зависимости.

### 4. Опыт проведения семинарских занятий

#### Взаимоотношения преподавателя со студентами

Очень важно добиться того, чтобы с самого начала сложились правильные взаимоотношения со студентами. Со стороны преподавателя характер взаимоотношений определяется словами: доброжелательная требовательность. Основная и очень трудная задача – добиться того, чтобы студент регулярно и интенсивно работал над лекциями. Студенты должны быть приучены к этому с первого дня, чтобы это казалось им естественным, само собой разумеющимся. Для решения этой задачи имеется целая система приемов.

Процедура опроса. Это– церемониал, в котором участвует вся группа. То, что вы узнаете, кто что сделал или не сделал - это побочный результат церемонии опроса. Главное в том, что студент оказывается поставленным в такие психологические обстоятельства, что ему приходится работать. Глубокий смысл опроса заключен в том, что студент встал и, глядя в глаза преподавателю, перед лицом своих товарищей, которые его с вниманием слушают, сообщает о положении дел.

Вызов к доске по жребию. Отличным средством стимулирования регулярной самостоятельной работы студента является вызов студентов к доске по жребию. Итак, у всех студентов должен иметься абсолютно равный шанс на каждом занятии быть вызванным к доске. И единственный способ этого добиться – жеребьевка.

Необходимо создать на занятиях такую обстановку, чтобы слабый студент не чувствовал себя слабым, а был для себя и других студентов группы «равным среди равных». Это очень важно психологически.

Весьма действенным способом «подтянуть» слабого студента до среднего уровня является предъявление к нему на занятиях таких же требований, как и к остальным студентам – не отстранять его от разбора на доске трудных задач, от ответов на более сложные вопросы на сообразительность. При этом условии студент почтит, что в него верят, и сам поверит в свои возможности.

#### Вовлечение студентов в активную работу на семинаре

Вызванный к доске рассказывает о решении задачи при участии, при активном внимании всех остальных студентов. Все время надо поддерживать их в таком состоянии. Таким образом, студент всегда должен быть готов к тому, что спросят его мнение о том, что утверждает или пишет студент, вызванный к доске. Надо добиваться того, чтобы каждый студент в течение всего семинара активно думал, не отсутствовал мысленно, следил за тем, что делает или говорит отвечающий у доски.

Если отвечающему у доски задан теоретический вопрос, остальные не должны сидеть, сложа руки. Они должны немедленно начать думать, как ответить на заданный вопрос, писать ответ у себя в тетради.

Кроме вызова к доске по жребию, следует время от времени вызывать к доске тех студентов, которые по воле случая давно не были у доски.

#### 5. Оценка текущей работы студентов. Зачет-автомат

Средством, стимулирующим добросовестную систематическую работу студентов, является также зачет-автомат. Условия такого зачета должны быть известны студентам с первого дня занятий. Они заключаются в том, что студент, написавший контрольные на пятерки, получает зачет-автомат.

Время от времени условия зачета-автомата нужно напоминать.

На последнем занятии устраивается церемониал подведения итогов за семестр. Обсуждается «послужной список» каждого студента. Каждому разъясняется, почему ему ставиться (или не ставиться) зачет-автомат.

Автор(ы):

Столяров Владимир Владимирович, д.т.н.,  
профессор

Рецензент(ы):

Аверин Алексей Сергеевич