

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

И.Н. Шило, В.П. Миклуш, В.А. Агейчик, Д.Н. Колоско

**ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением  
по образованию в области сельского хозяйства Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по агроинженерным специальностям*

**Минск 2008**

УДК 62:001.895 (075.8)  
ББК 30уя7  
О 75

Авторы: д-р техн. наук, проф. *И.Н. Шило*;  
канд. техн. наук, проф. *В.П. Миклуш*;  
канд. техн. наук, доц. *В.А. Агейчик*;  
канд. техн. наук, доц. *Д.Н. Колоско*

Рецензенты: иностранный член РААСН, д-р техн. наук, профессор,  
зав. кафедрой строительных и дорожных машин БНТУ  
*А.В. Вавилов*;  
канд. техн. наук, доцент, декан факультета механизации БГАТУ  
*И.С. Крук*

**Основы инженерного творчества:** учеб. пособие / И.Н. Шило,  
В.П. Миклуш, В.А. Агейчик, Д.Н. Колоско. — Минск: БГАТУ,  
2008. — 248 с.

**ISBN 978-985-519-034-0**

Рассмотрены профессиональные особенности деятельности агроинженера, пути развития культуры инженерного мышления на основе изучения законов развития техники и создания новых и модернизации существующих технических объектов сельскохозяйственного профиля. Большое внимание уделено наиболее распространенным методам технического творчества, включая теорию решения изобретательских задач. Рассмотрены тенденции научно-технического развития и основы инновационной деятельности.

Предназначено для студентов, преподавателей, а также специалистов агроинженерного профиля.

**УДК 62:001.895 (075.8)  
ББК 30уя7**

**ISBN 978-985-519-034-0**

© БГАТУ, 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Список условных сокращений</b> . . . . .	<b>6</b>
<b>1 Предисловие</b> . . . . .	<b>7</b>
1.1 Профессиональные особенности деятельности агроинженера . . . . .	7
1.2 Особенности культуры инженерного мышления . . . . .	9
1.3 Творческие уровни инженерного труда . . . . .	11
1.4 Анализ существующих методов решения технических задач. Выбор приоритетов. Цели и задачи курса . . . . .	13
Контрольные вопросы . . . . .	14
<b>2 Основные понятия. Иерархия описания технических объектов</b> . . . . .	<b>15</b>
2.1 Основные понятия и определения по объекту проектирования . . . . .	15
2.2 Общие свойства объектов проектирования . . . . .	17
2.3 Классификация оборудования . . . . .	21
2.4 Оценка работы технической системы . . . . .	22
2.5 Иерархия описания технических объектов . . . . .	23
2.5.1 Потребность . . . . .	24
2.5.2 Техническая функция. Физическая операция. Операции Коллера . . . . .	26
2.5.3 Функциональная структура . . . . .	32
2.5.4 Физический принцип действия . . . . .	33
2.5.5 Техническое решение. Проект и объект . . . . .	35
Контрольные вопросы . . . . .	38
<b>3 Показатели развития, показатели качества и недостатки технического объекта</b> . . . . .	<b>39</b>
3.1 Показатели развития технического объекта. Выбор критерия . . . . .	39
3.2 Показатели качества . . . . .	42
3.3 Недостатки технического объекта . . . . .	46
Контрольные вопросы . . . . .	52
<b>4 Законы развития техники. Прогнозирование создания новых объектов</b> . . . . .	<b>53</b>
4.1 Сведения о некоторых законах строения и развития техники . . . . .	53
4.1.1 Закон корреляции параметров однородного ряда технических объектов . . . . .	53
4.1.2 Законы симметрии технических объектов . . . . .	54
4.1.3 Закон гомологических рядов . . . . .	55

4.1.4 Закон расширения множества потребностей (функций) . . . . .	56
4.1.5 Закон прогрессивной эволюции техники . . . . .	57
4.1.6 Закон соответствия между функцией и структурой . . . . .	63
4.1.7 Закон полноты частей системы . . . . .	64
4.1.8 Закон «энергетической проводимости» системы . . . . .	64
4.1.9 Закон согласования ритмики частей системы . . . . .	65
4.1.10 Закон увеличения степени идеальности системы . . . . .	65
4.1.11 Закон неравномерности развития частей системы . . . . .	66
4.1.12 Закон перехода в надсистему . . . . .	66
4.1.13 Закон перехода с макроуровня на микроуровень . . . . .	66
4.1.14 Закон увеличения степени управляемости . . . . .	67
4.2 Прогнозирование создания новых объектов . . . . .	68
4.2.1 Технологические уклады . . . . .	68
4.2.2 Тенденции технического развития . . . . .	68
4.2.3 Методы прогнозирования . . . . .	70
4.3 Жизненный цикл технического объекта . . . . .	78
Контрольные вопросы . . . . .	80
<b>5 Основы теории проектирования</b> . . . . .	<b>81</b>
5.1 Методология проектирования . . . . .	81
5.1.1 Определение и виды потребностей, постановка задачи . . . . .	81
5.1.2 Этапы проектирования . . . . .	84
5.2 Современные методы оптимального проектирования на основе САПР . . . . .	90
5.3 Этапы творческого процесса. Препятствия к творчеству . . . . .	95
5.4 Традиционные методы проектирования . . . . .	98
5.4.1 Метод проб и ошибок . . . . .	99
5.4.2 Метод адаптивного поиска . . . . .	100
5.4.3 Метод случайного поиска . . . . .	100
Контрольные вопросы . . . . .	101
<b>6 Основные методы технического творчества</b> . . . . .	<b>102</b>
6.1 Классификация типовых технических задач . . . . .	102
6.2 Мышление прорыва в инженерном творчестве . . . . .	103
6.3 Задача улучшения известного технического объекта . . . . .	107
6.4 Методы мозговой атаки . . . . .	113
6.5 Синектика . . . . .	122

6.6 Контрольные перечни . . . . .	123
6.7 Функционально-стоимостный анализ . . . . .	129
Контрольные вопросы . . . . .	141
<b>7 Эвристические методы технического творчества . . . . .</b>	<b>143</b>
7.1 Метод эвристических приемов . . . . .	143
7.2 Фундаментальный метод проектирования Мэтчетта . . . . .	167
Контрольные вопросы . . . . .	173
<b>8 Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) . . . . .</b>	<b>174</b>
8.1 История создания и развития ТРИЗ . . . . .	174
8.2 Основные понятия и определения. Уровни сложности задач . . . . .	175
8.3 Современные версии ТРИЗ . . . . .	182
8.4 Каталог и матрица приемов . . . . .	188
8.5 Недостатки ТРИЗ . . . . .	202
Контрольные вопросы . . . . .	203
<b>9 Выбор стратегии и методов проектирования, тенденции научно-технического развития . . . . .</b>	<b>204</b>
9.1 Нетрадиционные методы проектирования . . . . .	204
9.2 Возможности развития и границы методологии проектирования . . . . .	212
9.3 Накопление и свертывание данных . . . . .	214
9.4 Выбор стратегии и методов проектирования . . . . .	221
9.5 Основы инновационной деятельности и тенденции научно-технического развития . . . . .	229
Контрольные вопросы . . . . .	234
<b>Краткий словарь терминов . . . . .</b>	<b>235</b>
<b>Литература . . . . .</b>	<b>240</b>

## СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ЕСКД — единая система конструкторской документации
ИТР — идеальное техническое решение
МА — мозговая атака
ОКР — опытно-конструкторская работа
ОО — опытный образец
ОП — объект проектирования
ПД — принцип действия
РП — рабочий проект
САПР — система автоматизированного проектирования
СТО — станция технического обслуживания
СОЖ — смазочно-охлаждающие жидкости
СВЧ — сверхвысокие частоты
ТЗ — техническое задание
ТО — технический объект
ТП — техническое предложение
ТР — техническое решение
ТРИЗ — теория решения изобретательских задач
ТС — техническая система
ТФ — техническая функция
ФПД — физический принцип действия
ФС — функциональная структура
ФСА — функционально-стоимостный анализ
ФТЭ — физико-технический эффект
ФЭ — физический эффект
ЭП — эскизный проект