



## ***Пояснительная записка***

Формирование инженерных компетенций, востребованных в современном технологическом процессе, предполагает уже не только практико-ориентированный характер преподавания «фундаментальных» учебных дисциплин по отдельности, не только реконструкцию и демонстрацию сложных меж- и мета-предметных связей между ними, не только поисковый, проблемно-исследовательский характер изучения основного учебного материала – но, прежде всего, вовлечения обучающихся в решение конкретных практически значимых инженерных задач, находящихся на «передовом рубеже» науки и инженерной практики, зачастую кажущихся «невозможными». Такая работа, безусловно, не предполагает, что технологические решения, полученные в её результате, будут непосредственно использованы в производстве, капитализированы. Но именно прохождение полного цикла решения инженерно-технологических задач, которые не имеют утвержденных (закрепленных в практике и подкрепленных экономически) образцов, обеспечивает формирование у обучающихся способа решения того типа инженерно-производственных задач, который на сегодня еще не является наиболее массовым, но зато уже сейчас играет ключевую роль в эффективности/конкурентоспособности конкретных производств, товаров, услуг и, соответственно, обеспечивает высокий социальный успех обучающегося.

Данный тип задач предполагает оперативную разработку и реализацию такого инженерного (и одновременно управленческого) решения в режиме «здесь и сейчас», которое:

- либо обеспечит успешное функционирование производственной системы в новых, нестандартных для неё условиях;
- либо обеспечит получение новых, исходно не запланированных экономических эффектов от функционирования данной системы;
- либо позволят выстроить перспективное новое производство, хотя бы в режиме «стартапа».

Очевидно, что такие задачи не могут быть решены за счёт «механического» «вспоминания» предметных и даже предметно-практических знаний, получаемых в рамках профессионального образования, а также их комбинирования. Они требуют: а) содержательного ориентирования в предметно-деятельностном поле; б) способности реконструировать реальные проблемы в познании или производственной деятельности и конструировать последовательность действий по их решению – в обоих случаях опираясь на основные и дополнительные знания по учебным предметам (математика, информатика, физика, химия, и т.д.); в) способности описать технологический процесс, способствующий решению, в том числе, указать, какие фундаментальные научные представления используются на каждом этапе данного процесса.

Но для подготовки к решению этих задач в рамках образовательного процесса – как в дополнительном, так и в основном образовании – необходимо обеспечить следующие условия:

- «фундаментальные» предметные знания должны представляться обучающимся, во-первых, в проблемном залоге, во-вторых, в контексте их исходного оформления, в-третьих, в контексте их предполагаемого практического использования;

- педагогическая деятельность по отношению к обучающимся должна осуществляться в логике сопровождения, притом, предполагающего предварительный анализ задачи, план действий, проблемно-критическое обсуждение версий, с последующим разбором предлагаемых решений, анализом дефицитов и достижений, оформлением наиболее успешного способа действий;

- проблемно-деятельностный и эвристический характер заданий, в том числе, наличие в формулировке содержательного/логического противоречия; установка на выстраивание объяснительной/деятельностной модели, позволяющей снять данное противоречие; скрытые указания на разделы знания и/или способы познавательных действий, которые позволят снять/минимизировать противоречие;

- специальные ресурсы (опоры), обеспечивающие для обучающихся возможность воспринять учебное задание как «отражение» реальной производственной деятельности и отношений вокруг нее, самостоятельно построить культуру-сообразный и при том результативный план действий, оформить и закрепить полученный опыт в иных конкретных ситуациях схожего типа.

Одной из разработанных и широко применяющихся в нашей стране педагогических технологий, удовлетворяющих указанным выше требованиям, являются проблемно-деятельностные задачи, представленные, в частности, в практике «НooГен» («Рождение разума»). Исходно данная практика представляла собой авторскую разработку сравнительно небольшого коллектива и реализовывалась сугубо в рамках конкретного типа дополнительного образования детей – интенсивных образовательных модулей. Однако, ее потенциал позволяет в настоящее время использовать проблемно-деятельностные задачи типа «НooГен» при освоении основных предметных учебно-образовательных программ, по крайней мере, по предметам «Алгебра», «Геометрия», «Физика», «Химия», «Биология», «Технология», «Обществознание», а также при подготовке к особо сложным интеллектуальным состязаниям. Инвариант таких задач предполагает конструирование онтологической целостности («мира»), в соответствии с требованиями, заведомо формально противоречащими друг другу; эта целостность может быть системой физических законов, социальной системой, технологической системой, производственной или социальной практикой, производением искусства, и т.д.

Для развития инженерных компетентностей, необходимых для выхода на инновационные инженерные изобретательские или исследовательские проекты, эффективным является применение задач типа «НooГен», переложенных на практико ориентированный инженерный материал – образовательные инженерные задачи открытого типа.

Основные свойства инженерной образовательной задачи открытого типа

1. Ученикам предлагается разрешить некое очевидное Противоречие, например, придумать устройство, которое заведомо не сможет работать в заданных условиях, согласно законам природы, но при этом работать должно, или разработать технологию, которая кажется невозможной, исходя из общей логики функционирования техники.

2. Естественно, противоречие, на котором основывается задача, должно быть объективно разрешимым в рамках известных законов природы и принципов работы техники. Но для разрешения этого противоречия ученикам нужно расширить свои представления по научным дисциплинам и учебным предметам, соответствующим тематике задачи, понять логику разработки и функционирования того или иного кластера технологий и возможные вариации этой логики. Иными словами, нужно будет суметь увидеть задачу и скрытое в ней противоречие как бы сверху, с точки зрения всех

взаимосвязей и факторов, как затрудняющих решение, так и являющихся скрытыми ресурсами для него. Если противоречие можно разрешить (снять) «очевидными» способами, на уровне житейского здравого смысла, задача оказывается не эффективна – она не побуждает ученика к поиску, к построению целостного знания о предмете, к порождению новых идей.

3. Для школьника должна быть либо очевидна польза от решения задачи (преодоление реально значимой проблемы или появление у людей, за счёт использования решения, новых, ранее небывалых возможностей), либо – хотя бы степень сложности задачи и, соответственно, «почётный» характер её решения. Либо и содержание, и формулировка задачи должны сразу заинтересовывать школьника и порождать у него азарт решения. Иными словами, содержание и формулировка задачи должны мотивировать школьников их решать и, в связи с этим расширять свои познания. Поскольку подход к работе с одарёнными детьми, реализуемый образовательным центром «Сириус», предполагает включение их в реальную практическую деятельность, соответствующую характеру одарённости, предпочтительным является тот вариант мотивации, который связан с заведомой пользой и значением предлагаемых решений задачи.

4. У задачи должно отсутствовать какое-либо общеизвестное решение, которое можно найти в открытых информационных источниках. Могут быть лишь прототипы решений, ни один из которых не соответствует в полной мере обозначенным условиям задачи. В противном случае, решение сведётся к поиску информации, пусть и сложно организованному, и не позволит выявить творческие, конструкторские, изобретательские способности детей. Но наличие прототипов решения весьма важно, поскольку, во-первых, создаёт для учеников «опору», исходную точку поиска; во-вторых, учит анализировать технико-технологические системы, соотносить их с объективными потребностями и выявлять их достоинства и недостатки; в-третьих, создаёт представление о том, что ни одна технико-технологическая система не универсальна, не может решить всех возможных задач, но при этом поддаётся усовершенствованиям.

5. У задачи не только отсутствует готовое решение, но и не может быть какого бы то ни было «единственно правильного» решения. Иными словами, она может быть решена несколькими разными способами, школьники могут предложить несколько различных вариантов решения, каждый из которых будет верным, если позволит достичь необходимого результата.

6. Задача должна требовать от школьников не только мобилизации имеющихся у них знаний и приобретения новых, но и превращения знаний в легко используемые, эффективные инструменты для решения важных задач, для ответов на принципиальные вопросы. Поэтому, решение задачи должно сопровождаться систематизацией и структурированием школьниками своих знаний и представлений, и на этой основе – выявлением пробелов и созданием представлений о том, как можно преумножать знания и создавать на их основе конструктивные идеи.

7. Наиболее удачной с образовательной точки зрения является такая задача, которая может послужить основой для собственного долговременного проекта или исследования школьника и, соответственно, повлечь за собой новые задачи, которые школьник уже поставит для себя сам, при поддержке педагога. В этом смысле решение подобной задачи «на бумаге» к указанному сроку должно быть лишь источником мотивации для того, чтобы школьник начал её решать всерьёз, в течение длительного времени, и в конечном итоге пришёл к действительно значимому результату.

Важно обеспечить одновременно максимально возможное вовлечение школьников, одаренных в предметной области «Технология», в практику решения образовательных инженерных задач открытого типа - и обучение педагогов как использованию готовых задач данного типа, интеграции их в учебно-образовательный процесс, так и

самостоятельной разработке подобных задач в соответствии со складывающейся образовательной ситуацией. При этом, важно понимать, что овладеть таким типом задач как инструментом невозможно, во-первых, без аналитического наблюдения за их реализацией в конкретных обстоятельствах, во-вторых, без специального разбора разнообразных наблюдений, определения инвариантных характеристик и интеграции их в целостную модель, в-третьих, без вовлечения в конкретную педагогическую практику, последовательно в различных позициях – от исполнителя до разработчика.

Поэтому, предлагаемая образовательная программа предполагает два блока:

- работа с обучающимися: решение серии образовательных инженерных задач открытого типа, позволяющих пройти от решения принципиальных противоречий в научно-технической области до выхода на изобретательские разработки;

- организация повышения квалификации педагогов в направлении использования образовательных инженерных задач открытого типа задач в учебно-образовательном процессе, в пределе – разработке таких задач в связи с зафиксированной образовательной ситуацией.

*Цель и задачи программы:*

Основные цели программы:

1. Подготовить школьников к ситуации участия в инженерных конкурсах высокого уровня;
2. Инициировать у школьников желание и устремление осваивать новые для себя области инженерного проектирования и научного исследования, как в индивидуальном порядке, так и в сотрудничестве с педагогами-наставниками;
3. Подготовить педагогов-наставников к ситуации самостоятельного сопровождения учащихся в процессе решения инженерных задач открытого типа.

Целевые группы: 1) школьники 8-10 классов ХМАО, 2) педагоги общеобразовательных школ ХМАО.

Задачи программы по отношению к школьникам:

1. Организовать работу над проектом междисциплинарного характера, повышенной сложности, в рамках которого возможен выход на инженерные разработки в широком диапазоне тематических направлений.
2. Обеспечить условия самостоятельного выбора направлений инженерных разработок в рамках сложной междисциплинарной задачи открытого типа, как в индивидуальном, так и групповом режиме.
3. Обеспечить необходимое экспертное сопровождение инженерных разработок школьников с помощью экспертов. Программы на первом этапе и с помощью педагогов-наставников на втором этапе Программы.

Задачи программы по отношению к педагогам-наставникам:

1. Ознакомить педагогов с типологией инженерных задач, методами постановки и решения инженерных задач открытого типа и образовательными эффектами практики решения подобных задач.
2. Организовать практикум решения инженерной задачи открытого типа повышенной сложности с педагогами с целью освоения подхода «изнутри» при

экспертном сопровождении процесса решения и последующего анализа результатов.

3. Обеспечить условия включения педагогов в экспертизу групповых решений школьников и принятие решения относительно усложнения условий задачи на втором этапе Программы.
4. Провести практикум для педагогов по формулированию инженерных задач открытого типа и их апробированию на экспериментальной группе.
5. Организовать процедуру перевода педагогов в статус педагога-наставника по обеспечению процесса конструирования и решения задач открытого типа.

Планируемые результаты:

Образовательные результаты:

1. Освоение способа решения инженерных задач открытого типа;
2. Овладение схемами и принципами инженерного мышления, выражающегося в способности анализировать производственную ситуацию с точки зрения технико-технологического обеспечения, ставить задачи, подбирать и конфигурировать или разрабатывать инструменты и технологии их решения

Предметные результаты:

1. появление представлений о функционировании и развитии современных технических цепочек;
2. понимание структуры и схем разворачивания цикла научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
3. понимание места научных знаний, приёмов научного и инженерного рассуждения в системе инженерных разработок.
4. освоение основных принципов инженерной деятельности при современных формах организации высокотехнологичного производства в контексте следующих направлений технических разработок:

- Беспилотный транспорт и логистические системы
- Большие данные, искусственный интеллект, финансовые технологии

и машинное обучение

- Когнитивные исследования
- Умный город и безопасность
- Нейротехнологии и природоподобные технологии
- Новые материалы
- Освоение Арктики и мирового океана
- Современная энергетика
- Новые технологии в нефтегазовой отрасли

Компетентностные результаты:

1. оформление образа деятельности позиции инженера, социальной роли современных инженерных практик;
2. опыт пробного коллективного проектного действия;
3. самоопределение к инженерной деятельности как своей основной будущей сфере занятости, с построением индивидуальной образовательной траектории и траектории карьерного роста, в том числе, определением места получения профессионального образования, проектов стажировки;

Формы оценивания:

Формы оценивания носят характер экспертизы и представляют собой обратную связь из экспертной позиции по отношению к результатам групповой разработки инженерных проектов. Экспертиза осуществляется в следующих точках программы:

1. Промежуточная экспертиза во время работы группы, с возможным изменением направления работы.

2. Экспертиза в виде суждения на общем заседании от представителей других групп и экспертов, с обязательным учётом в дальнейшей работе группы.

3. Экспертные суждения в формате экспертной сессии после общей презентации решений.

Образовательные форматы:

1. Установочная лекция с выдачей инженерной задачи открытого типа.
2. Проблемная лекция на промежуточных этапах решения открытой инженерной задачи.
3. Стратегическое проектирование с распределением зон ответственности.
4. Решение открытой инженерной задачи в малых группах.
5. Макетирование решения открытой инженерной задачи в малых группах.
6. Презентация полученных решений инженерной задачи.
7. Экспертная сессия.

Описание технологической платформы:

1. Актовый зал на 70 человек с презентационным оборудованием, микрофонами, аудиосистемой, флипчартом, маркерами для проведения установочных лекций, проблемных лекций, презентаций и экспертных сессий.
2. Не менее 3 учебных аудиторий на 20 человек для работы групп с передвижными столами и стульями, оборудованные не менее 6 флипчартами, листами А1, листами А4, маркерами, ручками, не менее 6 ноутбуками с выходом в интернет для стратегического проектирования и работы групп по решению открытой инженерной задачи.

Содержание обучения:

Образовательная задача программы.

Образовательная задача построения сложного в инженерном отношении объекта (города), существующего в будущем (требование к использованию инновационных научно-инженерных разработок) создает ситуацию, в которой ученик (группа) актуализирует все свои знания и практический опыт. Нехватка знаний, представлений и опыта при высокой мотивации на решение задачи заставляет активно искать новые средства мышления и практического действия по выбору вариантов развития групповой ситуации.

В начале программы участникам ставятся девять различных открытых инженерных задач, соответствующих различным тематическим направлениям (Беспилотный транспорт и логистические системы, Большие данные, искусственный интеллект, финансовые технологии и машинное обучение, Когнитивные исследования, Умный город и безопасность, Нейротехнологии и природоподобные технологии, Новые материалы, Освоение Арктики и мирового океана, Современная энергетика, Новые технологии в нефтегазовой отрасли). Участники выбирают задачи в соответствии со своими предметными интересами и самоопределением, образуя тематические проектные группы.

После предварительного решения тематических задач участники пересобираются в группы, в которых им необходимо интегрировать свои инженерные наработки (получившиеся в результате решения задач) в единую сложную систему (город). В этой

ситуации решения открытых инженерных задач проверяются на востребованность, конкретность, адаптивность и т.д., а также усиливают друг друга, собираясь в некоторую инфраструктурную систему. В конце программы участники от каждой группы представляют инновационные инженерные проекты, обеспечивающие функционирование единой сложной системы (города будущего).

Важным моментом программы является макетирование итоговых инженерных решений. Процесс макетирования позволяет существенно продвинуться в конкретизации собственных решений и их проверки на реализуемость.

Открытая инженерная задача задается таким образом, чтобы участники не имели прямых прецедентов решения и должны были мыслить самостоятельно. Образцы таких задач есть в Методическом пособии и сборнике задач «Открытая инженерия». В ходе подробной инженерной разработки участники отрабатывают следующие актуальные направления научного поиска:

- Беспилотный транспорт и логистические системы
- Большие данные, искусственный интеллект, финансовые технологии и машинное обучение
- Когнитивные исследования
- Умный город и безопасность
- Нейротехнологии и природоподобные технологии
- Новые материалы
- Освоение Арктики и мирового океана
- Современная энергетика
- Новые технологии в нефтегазовой отрасли

Учебный план

№ п/ п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы контроля*
		Всего	Теория	Практика	
1.	Вводные лекции в рамках тематики инженерных задач и инженерного мышления	1 час	1		Обсуждение по теме
2.	Установочные лекции в контексте постановки открытых инженерных задач для участников программы	1 час 30 минут	1,5		Вопросы участников
3.	Проблемные лекции по ходу обнаружения разрывов и нестыковок в решениях инженерных задач	1 час	1		Дискуссия
4.	Индивидуальные консультации, в том числе дистанционные	20 час		20	Понимающее суждение
5.	Консультации для педагогов-наставников по ходу освоения способов решения открытых инженерных задач и проведения экспертизы	16 час	6	10	Рефлексивный отчет



	групповых решений				
6.	Экспертиза по ходу решения инженерной задачи	2 часа	1	1	Устный опрос
7.	Экспертная сессия	1 час		1	Развернутые суждения по всем докладам
8.	Презентация решений групп на общем заседании	9 часов		9	Экспертные суждения, вопросы участников других групп
9.	Практикумы по решению инженерных задач открытого типа	5 часов 30 мин		5,5	Экспертные замечания. Опрос по ходу решения
10.	Стендовые доклады	1 час		1	Вопросы экспертов и участников соседних групп
11.	Подведение итогов программы	25 минут		0,25	Отношение участников к программе
	Итого	58 часов 25 минут	10,5	47,75	

Оргпроект программы:

### День 1

1. Заявляются общие темы, по темам ставятся открытые задачи, происходит деление на команды.
2. Команда выбирает тип стартовой задачи в своей теме
3. Решение выбранных задач.
4. Презентация решений и обратная связь от экспертов и других команд
5. Решение задач с учётом обратной связи.
6. Презентация решений.

### День 2

1. Установка на создание города будущего, с применением наработок по выбранным темам.
2. Выбор партнёров для построения городов.
3. Формирование проектных команд городов (не менее 3 человек от каждого участвующего технологического направления)
4. Получение установки на проектирование города.
5. Разработка городов проектными командами.
6. Презентация разработок и получение обратной связи.
7. Доработка решений по городам.
8. Предварительная презентация городов.

### **День 3**

1. Постановка задачи на проработку отдельных узлов города. Доформулировка задач для выхода на инженерный проект.
2. Решения задач в профильных подгруппах, с учётом контекста разработанного города.
3. Презентация решений и получение обратной связи.
4. Установка на макетирование.
5. Макетирование узлов города с учётом полученной установки и предыдущей обратной связи
6. Презентация макетов демонстрирующих узлы городов и города в целом.
7. Голосование и выбор победителей.
8. Подведение итогов и завершение программы.

Оргпроект программы стажировки для педагогов:

### **День 1**

1. Установка на Программу.
2. Теоретическая информация о принципах открытых задач и о технологии НооГен.
3. Решение задачи про город в ситуации предельной сейсмонеустойчивости.
4. Презентация и разбор решений.
5. Включение педагогов в экспертизу школьной задачи.

### **День 2.**

1. Установка на день.
2. Работа с условиями парадоксальной задачи. Главные принципы и практические упражнения.
3. Включение педагогов в экспертизу инженерных решений задачи группами школьников (начиная с первой презентации у школьников и на весь оставшийся день).

### **День 3.**

1. Установка на день.
2. Включение в экспертизу работы школьников по задаче. Совместный анализ происходящего (в течение всего дня).
3. Обратная связь от участников, ответы на вопросы (после завершения программы у школьников).
4. Формат коммуникации с педагогами, направленный на коррекцию возникающих позиций, сильных и слабых сторон педагогов, участников Программы.
5. Вручение сертификатов педагога-наставника учителям, прошедшим полный цикл Программы.

***Методическую основу программы составляют:***

1. Аверков М. С. Методическое пособие и сборник задач «Открытая инженерия» / М. С. Аверков, С. В. Ермаков, А. А. Попов // Открытая модель дополнительного образования региона. Версия 2.0 / ред. П. П. Глухов ; науч. ред. А. А. Попов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Национальный книжный центр, 2019. - С. 516–556. - ISBN 978-5-4441-0285-5.
2. Ермаков С.В., Попов А.А., Аверков М.С., Глухов П.П. Развитие математического мышления в практиках открытого образования / Предисл. А.Г. Асмолова. – М.:ЛЕНАД, 2017. – 152с.
3. Ефимов В. С. , Ермаков С. В., Лаптева А. В. и др. Возможные миры. Практика творческого мышления. Москва, 1993; переиздание: Красноярск, 1994.
4. Открытая модель дополнительного образования региона. Версия 2.0 /Науч. ред. А.А. Попов. — Москва, 2018. — 678 с.
5. Попов А.А. Открытое образование: философия и технологии // Изд. 4-е. М.: Изд-во «ЛЕНАД», 2017. – 256 с.
6. Попов А.А., Аверков М.С., Глухов П.П., Ермаков С.В. Феномен выдающихся достижений: современные подходы к выявлению и сопровождению одаренных детей. — М. : Изд-во URSS, 2017. – 117 с.
7. Попов А. А. и др. Возможности поколения и индивидуальные шансы: Модульная организация гуманитарно-управленческого образования юношей //Москва-Томск: Дельтаплан. – 2003.
8. Попов А. А. Будущее просто шло своей дорогой. Опыты конструирования возможностей [текст]. / А. А. Попов, предисл. А. Г. Асмолова — Ижевск: ERGO, 2013 — 252 с.
9. Попов А.А. Юношеское образование: материалы к построению систем профильного обучения. / Под ред. Ермакова С.В. — М.: Открытый корпоративный университет, 2009. — 64 с.
10. Попов А.А., Ермаков С.В., Проскуровская И.Д., Реморенко И.М.. Открытое образование как практика самоопределения // Некоммерческое партнёрство «Авторский клуб» - М. – 2015. – 96 с.
11. Попов А.А., Аверков М.С., Глухов П.П., Ермаков С.В., Луппа Г.М., Попова О.А., Реморенко И.М. Учебно-методический комплекс для руководителей и педагогов организаций дополнительного образования детей в области развития и мотивации к творчеству и познанию одарённых детей [Электронный ресурс]: / ФГУП НТЦ «Информрегистр» / номер гос. рег-ии обяз. Экз. эл-го изд-я – 0321600175. – Электронное издание на 1 CD-R. – Москва: Изд-во «Национальный книжный центр», 2016.
12. Попов А.А., Глухов П.П., Луппа Г.М., Попова О.А. Летний образовательный отдых детей в рамках компетентностного подхода: методическое пособие. – М.: ЛЕНАД, 2016. – 192 с. (Психология, педагогика, технология обучения. №51.)
13. Попов А.А. Социально-философские основания современных практик открытого образования // дис. ... д. ф. н.: 09.00.11: защищена 07.04.2009. - Томск, 2009

## *Литература*

1. Альтшуллер Г. С. НАЙТИ ИДЕЮ. Введение в теорию решения изобретательских задач. — 2-е изд., доп. — Новосибирск: Наука. 1991.
2. Альтшуллер Г. С. Творчество как точная наука. Петрозаводск: Скандинавия, 2004.
3. Боголюбов А. Н. Механика в истории человечества. М., 1978
4. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М.: Советское радио, 1958.
5. Винер Н. Творец и робот. М.: Наука, 1966.
6. Гаков Вл. Четыре путешествия на машине времени. (Научная фантастика и её предвидения). — М.: «Знание», 1983.
7. Горин Ю. В., Землянский В. В.. Создание новых технических решений на основе использования физических эффектов и явлений. Методические рекомендации. Пенза, 2005.
8. Детская академия Шерлока Холмса. СПб, Нева, 2005.
9. История изобретений. Большая детская энциклопедия. М.: ООО «Издательство», 2009. [Электронная энциклопедия.]
10. Казаринова В.И. Красота, вкус, экономика. — М.: «Экономика», 1985.
11. Каравдин П. А. В дебрях науки, или почему в России нет инноваций. Вологда, Инфра-Инженерия, 2013.
12. Карлов Н.В., Кудрявцев Н.Н. К истории элитного инженерного образования. Вестник Российской академии наук. Том 70, № 7, с. 579-588 (2000).
13. Княгинин В. Н. и др. Современное инженерное образование. Москва–Санкт-Петербург, Центр стратегических исследований «Северо-Запад», 2012.
14. Креативный мир. [Электронный ресурс.] [www.trizland.ru](http://www.trizland.ru). *Электронный ресурс включает в себя обширную подборку материалов по истории и теории изобретательства и проектирования сложных технических систем, а также примеров решения инженерных задач разной степени сложности и в разных сферах деятельности. Может быть рекомендован как педагогам, ведущим курс, так и ученикам.*
15. Левкин Г. Г. Основы логистики. Вологда, Инфра-Инженерия, 2014.
16. Лем С. Сумма технологий. М.: «Мир», 1968.
17. Минервин Г.Б. Мунипов В.М. О красоте машин и вещей. — М.: Просвещение, 1975.
18. Переслегин С. Новые карты будущего. М.: АСТ; СПб: Терра, 2009.
19. Переслегин С. Возвращение к звёздам. М.: АСТ; СПб: Терра, 2010.
20. Розин В.М. Эволюция инженерной и проектной деятельности и мысли. Инженерия: становление, развитие, типология. — М.: УРСС, 2014.
21. Розин В. М. Происхождение и развитие естественных, технических и гуманитарных наук. Красноярск, КГУ, 1988.
22. Смирнов Ю.Б., Габараев Б.А., Черепнин Ю.С. Атомная энергетика XXI века. Вологда, Инфра-инженерия, 2013.
23. Федотов А.А. Стратегическое направление: Формирование надежно функционирующей и эффективной инженерной инфраструктуры. – М.: «Дело», 2008.
24. Энциклопедия PLM // Составители: Левин Д., Малюх В., Ушаков Д. Новосибирск, Изд. дом «Азия», 2008.
25. Яншин А. Л., Мелуа А. И. Уроки экологических просчетов. М.: Мысль, 1961.