

Разработка  
экспертной  
СИСТЕМЫ ПОДБОРА  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

ООО «Русское будущее»  
(г.Новосибирск)

<http://русскоебудущее.рф>

Смирнов Виталий Сергеевич  
+7 923 702 34 52

[vss@sibstart.ru](mailto:vss@sibstart.ru)

## Цель



Снизить риски и повысить качество технических решений при подборе промышленного оборудования



Усилить взаимодействие изготовителей промышленного оборудования и потребителей



Сделать доступными для потребителей экспертные знания изготовителей промышленного оборудования



Дать инструмент поддержки принятия технических решений, как для предпринимателей, так и подразделений технического развития крупных компаний

# Проблема

- Из-за ограниченности информации и отсутствия узкоспециализированных знаний существует проблема оптимального выбора потребителями промышленного оборудования для инвестиционных проектов





## Решение

### Создание экспертной системы подбора промышленного оборудования обеспечит:

- оптимальный выбор промышленного оборудования для инвестиционных проектов
- рост продаж отечественного промышленного оборудования
- более полное использование потребителями специальных знаний и экспертного опыта разработчиков и изготовителей промышленного оборудования
- учёт широкого спектра факторов при подборе промышленного оборудования


# Актуальность

- ▶ Выбор промышленного оборудования (как в части технической политики, так и при небольших закупках) несёт в себе риски, в той или иной степени определяющие существование предприятия в будущем (конкурентоспособность продукции, эксплуатационные расходы, требования к персоналу)



# Функции экспертной системы

- ▶ Предоставление пользователю рекомендаций по выбору промышленного оборудования
- ▶ Интеллектуальная поддержка изготовителей оборудования при обработке сложных запросов на подбор оборудования
- ▶ Автоматизация формирования фактов и правил на основании данных экспертов, разработчиков и изготовителей промышленного оборудования
- ▶ Наглядное представление различных вариантов поставки промышленного оборудования
- ▶ Интеграция сервиса с другими информационными системами
- ▶ Онлайн-заказ промышленного оборудования



Рынки, на  
которых  
востребована  
экспертная  
система



Услуги подбора промышленного  
оборудования



Разработка ведомственных  
информационных систем поддержки  
принятия технических решений



Экспертиза, риски



Рынок услуг  
подбора  
промышленного  
оборудования  
(потребители)



Изготовители  
промышленного  
оборудования



Разработчики  
промышленного  
оборудования



Сбытовые  
организации



Собственники б/у  
оборудования



Потребители  
оборудования



# Инвестиции в промышленное оборудование (тыс.руб.)

Вид экономической деятельности	Доля машин и оборудования в инвестициях	Машины и оборудование	Компьютеры	Прочие машины и оборудование	Транспортные средства	Всего
Производство пищевых продуктов	42,3	24 858 137	300 612	23 192 832	1 364 693	49 716 274
Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях	17,2	23 708 953	152 940	19 782 864	3 773 149	47 417 906
Производство химических веществ и химических продуктов	47,8	23 537 589	522 011	20 459 102	2 556 476	47 075 178
Торговля розничная, кроме торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	5,5	20 851 948	3 516 051	16 602 058	733 839	41 703 896
Торговля оптовая, кроме оптовой торговли автотранспортными средствами и мотоциклами	18,3	15 593 756	1 099 914	8 281 695	6 212 147	31 187 512
Производство прочих транспортных средств и оборудования	41	14 955 557	303 356	13 570 021	1 082 180	29 911 114
Строительство инженерных сооружений	37,4	14 565 295	102 662	12 560 829	1 901 804	29 130 590
Производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	42,5	11 461 578	300 038	10 690 758	470 782	22 923 156
Производство бумаги и бумажных изделий	74,5	9 038 256	120 022	8 067 145	851 089	18 076 512
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	55,4	8 335 947	159 253	7 464 684	712 010	16 671 894
Деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа	17,5	7 781 279	591 400	5 666 279	1 523 600	15 562 558
Торговля оптовая и розничная автотранспортными средствами и мотоциклами и их ремонт	19,9	6 046 355	169 761	1 743 437	4 133 157	12 092 710


## Инвестиции в промышленное оборудование (тыс.руб.)

Вид экономической деятельности	Доля машин и оборудования в инвестициях	Машины и оборудование	Компьютеры	Прочие машины и оборудование	Транспортные средства	Всего
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	53,7	5 907 158	48 304	4 811 129	1 047 725	11 814 316
Производство резиновых и пластмассовых изделий	54,9	5 808 967	63 596	5 632 321	113 050	11 617 934
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	31,2	5 121 485	273 059	4 667 815	180 611	10 242 970
Производство напитков	68,4	3 848 467	184 750	3 506 329	157 388	7 696 934
Производство электрического оборудования	58,1	3 480 193	72 923	3 265 037	142 233	6 960 386
Ремонт и монтаж машин и оборудования	25,4	3 266 834	81 818	3 025 519	159 497	6 533 668
Деятельность по предоставлению продуктов питания и напитков	4,4	2 716 432	108 242	2 413 595	194 595	5 432 864
Производство текстильных изделий	69	1 317 244	3 352	1 285 252	28 640	2 634 488
Забор, очистка и распределение воды	7,3	1 197 176	27 288	868 031	301 857	2 394 352
Сбор, обработка и утилизация отходов; обработка вторичного сырья	35,9	1 046 357	10 039	315 736	720 582	2 092 714
Деятельность по обслуживанию зданий и территорий	3	633 339	11 508	203 976	417 855	1 266 678
Производство прочих готовых изделий	29,3	603 609	8 219	561 306	34 084	1 207 218
Производство мебели	36	603 150	14 925	526 035	62 190	1 206 300
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	75,2	460 237	42 741	403 351	14 145	920 474



# Конкуренты

- Изготовители оборудования и сбытовые компании предлагают потребителям услуги по подбору промышленного оборудования
- На рынке действуют инжиниринговые компании, которые также предлагают услуги по подбору оборудования и технологий
- Интеллектуальные системы для автоматизации подбора оборудования на рынке отсутствуют



Рынок разработки  
ведомственных  
информационных  
систем поддержки  
принятия решений  
технического  
развития

Потребители:

- ▶ Федеральные компании с филиальной структурой (связь, добывающие компании, торговые сети)
- ▶ Государственные организации
- ▶ Центры поддержки предпринимательства

Потребности:

- ▶ Проверка оптимальности технических решений, предлагаемых подразделениями
- ▶ Оптимизация использования существующего оборудования (связка с тех.учётом)

Интеграция с ведомственными системами:

- ▶ Системы технического учёта
- ▶ Системы согласования технических решений
- ▶ Системы инвестиционного планирования
- ▶ Системы поддержки предпринимательства



# Инвестиции в оборудование в крупных организациях с распределённой структурой

Вид экономической деятельности	Доля машин и оборудования в инвестициях	Машины и оборудование	Компьютеры	Прочие машины и оборудование	Транспортные средства	Всего
Деятельность в сфере телекоммуникаций	70,2	69 126 799	59 689 272	9 261 723	175 804	138 253 598
Деятельность сухопутного и трубопроводного транспорта	19,8	61 552 212	575 395	15 483 070	45 493 747	123 104 424
Добыча нефти и природного газа	6,8	56 182 220	328 201	54 009 479	1 844 540	112 364 440
Производство металлургическое	77,1	46 356 864	889 075	43 602 910	1 864 879	92 713 728
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	46,7	40 188 973	1 531 310	37 060 765	1 596 898	80 377 946
Складское хозяйство и вспомогательная транспортная деятельность	9,8	27 117 363	981 645	10 734 424	15 401 294	54 234 726
Добыча угля	52,3	26 450 779	166 756	15 860 393	10 423 630	52 901 558
Производство кокса и нефтепродуктов	24,2	15 790 588	444 989	15 105 931	239 668	31 581 176
Добыча металлических руд	34,3	14 422 095	195 583	9 484 469	4 742 043	28 844 190
Деятельность в области здравоохранения	12,4	12 389 089	583 632	10 306 805	1 498 652	24 778 178
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	76,1	12 086 820	365 504	11 278 131	443 185	24 173 640
Образование	3,7	7 883 170	2 061 186	5 004 334	817 650	15 766 340
Добыча прочих полезных ископаемых	27,3	6 899 086	48 514	4 536 716	2 313 856	13 798 172
Работы строительные специализированные	11,1	3 932 994	57 777	1 927 287	1 947 930	7 865 988
Строительство зданий	10,4	3 329 882	401 981	1 440 407	1 487 494	6 659 764
Деятельность в области информационных технологий	96,3	1 934 940	1 502 868	397 029	35 043	3 869 880
Деятельность почтовой связи и курьерская деятельность	30,7	662 055	80 004	567 846	14 205	1 324 110
Деятельность в области телевизионного и радиовещания	93,7	555 941	418 010	82 023	55 908	1 111 882



# Рынок услуг разработки ведомственных информационных систем

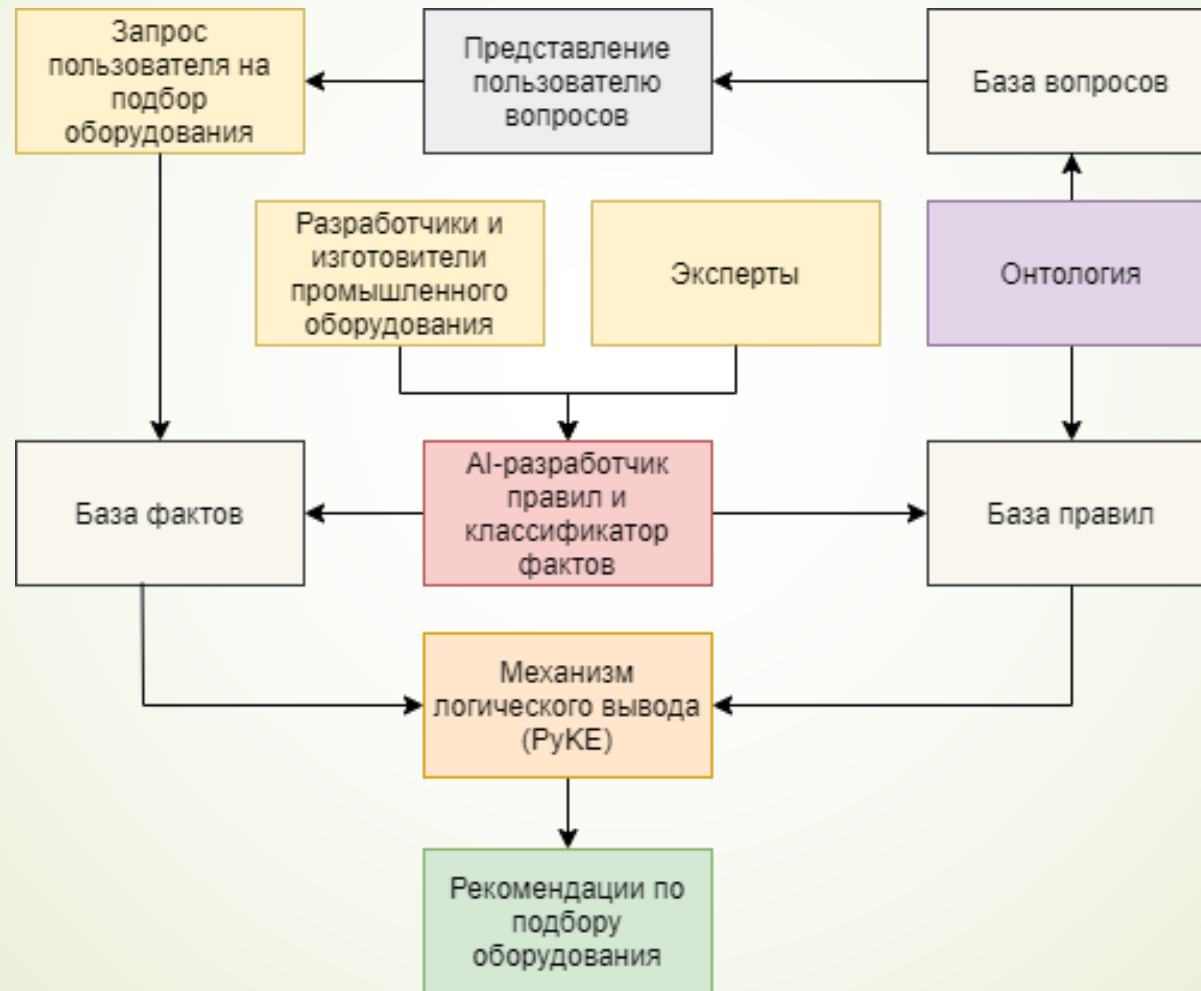
- ▶ Исследование показывает, что все крупные федеральные компании в сфере добычи полезных ископаемых, телекоммуникаций, федеральные торговые сети имеют собственные информационные системы учёта технологического оборудования. Часть указанных систем интегрирована в ERP.
- ▶ Региональные центры поддержки предпринимательства оснащены информационными порталами, содержащими описание мер государственной поддержки.
- ▶ В настоящее время в перечисленных информационных системах отсутствует механизм использования экспертных знаний разработчиков и изготовителей промышленного оборудования для поддержки принятия решений технического развития



# Конкуренты

- ▶ Электронные торговые площадки (44-ФЗ, 223-ФЗ) – закупки производственного оборудования
- ▶ Разработчики ведомственных информационных систем
- ▶ Электронные сервисы изготовителей оборудования

# Технология







# Технология

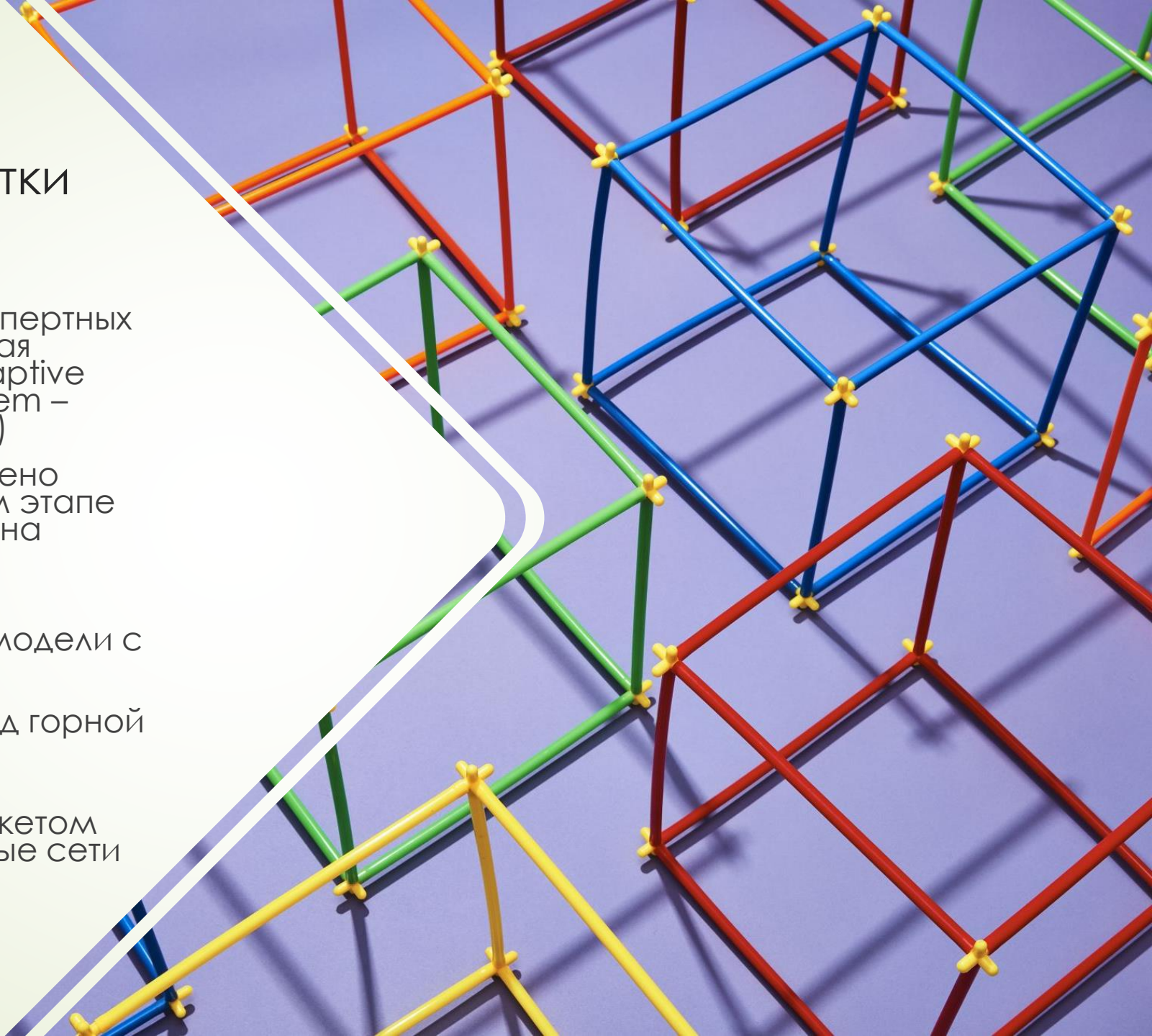
## Общее описание

- ▶ Для подготовки рекомендаций по выбору промышленного оборудования используется механизм логического вывода на python (фреймворк PyKE)
- ▶ Для автоматизации переноса экспертных знаний ЛПР используется адаптивная нечеткая система
- ▶ Для взаимодействия с экспертами используется чат бот, который обеспечивает получение от эксперта данных, необходимых для формирования продукционных правил
- ▶ Взаимодействие с пользователем при получении данных для подготовки рекомендаций по выбору оборудования возможно как с применением пошаговых форм ввода данных, так и с использованием чат бота



# Технология Автоматизация разработки продукционных правил

- Для автоматизации переноса экспертных знаний ЛПР используется обученная нейронная ANFIS-сеть (ANFIS – Adaptive Network Based Fuzzy Inference System – адаптивная сеть нечеткого вывода)
- Построение нечеткой модели Сугено выполнено в два этапа. На первом этапе синтезированы нечеткие правила на основании знаний экспертов с использованием субтрактивной кластеризации. На втором этапе настроены параметры нечеткой модели с помощью ANFIS-алгоритма. Для предварительного определения параметров БЗ использован метод горной кластеризации
- Для анализа базового алгоритма использована среда MATLAB с пакетом Fuzzy Logic Toolbox также гибридные сети реализованы в форме ANFIS





## Технология Обучение ANFIS-сети

- ▶ Алгоритмы обучения адаптивных нечетких систем относительно трудоемки и сложны по сравнению с алгоритмами обучения нейронных сетей, и, как правило, состоят из двух стадий: 1. Генерация лингвистических правил; 2. Корректировка функций принадлежности. Первая задача относится к задаче переборного типа, вторая - к оптимизации в непрерывных пространствах




# Технология Механизм логического вывода

- ▶ Экспертные системы являются одним из основных приложений искусственного интеллекта
- ▶ Механизм логического вывода экспертной системы по выбору оборудования построена с использованием Python Knowledge Engine (PyKE):
  - ✓ PyKE представляет способ логического программирования для Python (похожий на Prolog), предоставляя основанный на знаниях механизм вывода (экспертную систему), написанный на 100% Python
  - ✓ PyKE используется для сложных приложений принятия решений, где каждая часть проблемы имеет несколько возможных решений, и выбор решения для одной части проблемы влияет на то, может ли быть решена другая часть проблемы или нет

# Технология

- ▶ Разработан прототип экспертной системы «Выбор промышленного оборудования»
- ▶ В настоящее время прототип размещён на хостинге masterhost.ru и доступен по адресу industrial.sibstart.ru
- ▶ При запуске экспертной системы в эксплуатацию по мере увеличения численности пользователей планируется использовать VPS – виртуальный выделенный сервер, который дает возможность полного управления и настройки хостинга под свои требования
- ▶ Цели до конца 2020 года:
  - ✓ планируется внести в базу правил экспертной системы не менее 1000 производственных правил для обеспечения качества рекомендаций, предлагаемых системой
  - ✓ провести не менее 20 тестирований экспертной системы с привлечением предпринимателей, экспертов, изготовителей промышленного оборудования
- ▶ Завершить государственную регистрацию программы для ЭВМ в Роспатент планируется до конца 2021 года





## Бизнес- модель

- ▶ Потребительская ценность экспертной системы для пользователя – возможность получить рекомендации по подбору промышленного оборудования, адаптированные под потребности заказчика, с возможностью сделать онлайн заказ оборудования
- ▶ Монетизировать экспертную систему планируется за счёт:
  - абонентской платы за доступ к системе – 3000 рублей в год
  - агентское вознаграждение за продажу оборудования онлайн (не менее 3% от стоимости оборудования)
  - за просмотр пользователями рекламы на сайте (рублей за клик)
  - использование экспертной системы другими информационными системами (api) (не менее 5000 рублей в месяц)





# Команда

- ▶ Смирнов Виталий – опыт разработки и внедрения информационных систем, в том числе предоставления госуслуг в электронной форме, разработки и реализации крупных инвестиционных проектов
- ▶ Гриф Михаил Геннадьевич - д.т.н., профессор, 30-летний опыт в проектировании и реализации наукоемкого ПО, реализующего интеллектуальные технологии человеко-машинного взаимодействия и поддержки принятия решений
- ▶ Помпеев Андрей – студент НГТУ, разработчик, опыт программирования Python, SQL, PyKE. Разработчик бизнес-логики по работе с ценами и прайслистами в СБИС. Опыт работы с экспертными системами
- ▶ Смирнов Кирилл - студент НГТУ, разработчик, опыт программирования (C#, python, php, mysql), описания бизнес-процессов
- ▶ Анна Коротаева – студент НГТУ, аналитик, опыт программирования (python)
- ▶ Екатерина Деревцова - студент НГТУ, аналитик, опыт программирования (python)

Разработка  
экспертной  
СИСТЕМЫ ПОДБОРА  
ПРОМЫШЛЕННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

ООО «Русское будущее»  
(г.Новосибирск)

<http://русскоебудущее.рф>

Смирнов Виталий Сергеевич  
+7 923 702 34 52

[vss@sibstart.ru](mailto:vss@sibstart.ru)