استاندارد ملی ایران

۱۹۲۶۹

چاپ اول

۱۳۹۳

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

INSO

19269

1st. Edition

2015

مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها– مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید

Software and systems engineering– Reference model for product line engineering and management

ICS:35.080

به‌نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فن‌آوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5]در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت‌های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
«مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها– مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید»

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
بدلی افشرد، بابک (فوق لیسانس مهندسی کامپیوتر)	اداره کل استاندارد آذربایجان‌شرقی
دبیر :	
خاکپور، علی (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت ایران دیتا
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اصل‌زاد، محمدعلی (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت ریزفناوران آرکاپژوه
الهی، بهمن (لیسانس مهندسی مکانیک)	شهرداری تبریز
بدلی افشرد، محمدرضا (فوق لیسانس مهندسی برق)	نیروگاه حرارتی تبریز
جباری خامنه، حسین (دکترای آمار)	دانشگاه سراسری تبریز
خوشقدم، سهیلا (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت ریزفناوران آرکا پژوه
رحمانی، نعیم (فوق لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت پیشگامان ارتباط کهکشان
علیوند، فاطمه (لیسانس مهندسی کامپیوتر)	شرکت ریزفناوران آرکاپژوه

مسدد، شیدا
(لیسانس مهندسی کامپیوتر)
شرکت ایرانسل

میکائیلی، هادی
(فوق لیسانس مهندسی کامپیوتر)
دانشگاه آزاد اسلامی شبستر

نعمتی، فرهاد
(فوق لیسانس مهندسی کامپیوتر)
شرکت پیشگامان ارتباط کهکشان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیش‌گفتار		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	از مهندسی و مدیریت تک‌سامانه‌ای به سمت مهندسی و مدیریت خط تولید	۸
۵	مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید	۱۴
۶	دو چرخه حیات و دو گروه فرایند برای مهندسی و مدیریت خط تولید	۱۶
پیوست الف (الزامی)- اطلاعات بیشتری دربارهٔ محصولات		۳۷
پیوست ب (الزامی)- روابط درون و بین مهندسی دامنه و مهندسی برنامه کاربردی		۳۹

پیش‌گفتار

استاندارد « مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها– مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت ریزفناوران آرکا پژوه تهیه و تدوین شده و در سیصد و هفتادمین اجلاسیه کمیته ملی استاندارد فناوری اطلاعات تاریخ ۹۳/۱۲/۱۹ مورد تصویب قرارگرفته‌است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد ایران، مصوّب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحوّلات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در موقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابر-این، باید همواره از آخرین تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرارگرفته به شرح زیر است :

ISO/IEC 26550:2013, Software and systems engineering– Reference model for productline engineering and management

مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها– مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه نقطه شروعی برای کلیه استانداردهای مناسب مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزار و سامانه‌ها است. همچنین دامنه کاربرد این استاندارد ملی برای موارد زیر کاربرد دارد:

الف- ارائه اصطلاحات و تعریف و ویژگی‌های مختص مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزار و سامانه‌ها؛

ب- تعریف یک مدل مرجع برای ساختار کلی و فرایندهای مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزار و سامانه‌ها و توصیف چگونگی سازگاری مؤلفه‌های مدل مرجع با یکدیگر؛

پ- تعریف روابط متقابل بین مؤلفه‌های مدل مرجع.

این استاندارد، روش‌ها و ابزارهای نرم‌افزاری و سامانه‌های مدیریت و مهندسی خط تولید را توصیف نمی‌کند. توصیف روش‌ها و ابزارها در استانداردهای (ISO/IEC 26551 و ISO/IEC 26556) خواهند بود. این استاندارد با اصطلاحات و تعاریف آمده در استاندارد ISO/IEC 24765 که واژگان مشترک مناسب را برای همه سامانه‌ها و کار مهندسی نرم‌افزار را فراهم می‌کند، سر و کار ندارد.

زمانی که این استاندارد به کلمه "محصولات" اشاره می‌کند، به معنی محصولات در سطح سامانه است که شامل سامانه‌های نرم‌افزاری، یا هر دو سامانه نرم‌افزاری و سخت‌افزاری هستند. این موضوع ممکن است برای مهندسی و مدیریت خطوط تولیدی که تنها شامل سامانه‌های نرم‌افزاری است، اما به طور واضح برای پشتیبانی خطوط تولید نرم‌افزاری به‌وجود نیامده است. این استاندارد برای کمک به مهندسی، تولید، انبارداری، تدارکات و مهندسی اقلامی که احتمالا با نرم‌افزار شامل محصولات ترکیب نشده‌اند در نظر گرفته نشده است .این فرآیندها به رشته‌های دیگر (مانند مکانیک و الکترونیک) نیز تعلق دارند.

یادآوری- پیوست الف، اطلاعات بیشتری را درباره محصولات معرفی می‌کند.

این استاندارد، شامل مدل مرجع، اصطلاحات و تعاریفی است که در ابتدای مراجع ۶ و۷و۸، که در طیف وسیعی، در زمان انتشار توسط پیکره اعضای ملی نتیجه‌گیری شده‌اند. علاوه بر این فرآیند، استانداردهای (ISO/IEC 12207:2008 وISO/IEC 15288:2008 و ISO/IEC 15940:2006 ISO/IEC 14102:2008 نیز استفاده شده است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود .

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است ، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است .

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است :

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۳۰۴: مهندسی سامانه‌ها و نرم‌افزار ـ فرآیندهای چرخه حیات سامانه

2-2 ISO/IEC 12207:2008, Systems and software engineering — Software life cycle processes

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

۳-۱

معماری برنامه کاربردی[1]

معماری، ساختار و قوانین معماری (به‌عنوان مثال قوانین و محدودیت‌های مشترک) را شامل می‌شود که عضو خاصی از یک محصول در درون یک خط تولید را محدود می‌کند.

یادآوری- معماری برنامه کاربردی، طراحی سطح بالای یک محصول عضو خاص در درون یک خط تولید را ثبت می‌کند. معماری برنامه کاربردیِ محصولات عضو موجود در خط تولید، اجزای مشترک را مجددا به کار می‌برد و اجزای متغیر معماری دامنه را به یکدیگر پیوند می‌دهد. در اغلب موارد، معماری یک برنامه کاربردیِ محصولات عضو، نیازمند توسعه تغییرپذیری مختص برنامه کاربردی است.

۳-۲ اجزای برنامه کاربردی[2]

برون‌داد فرایندهای مهندسی یک برنامه کاربردی خاص که ممکن است در سایر فرایندهای چرخه عمر[3] مهندسی برنامه کاربردی مورد استفاده قرار گیرد و همچنین امکان دارد به عنوان اجزای دامنه مبتنی بر تصمیم‌گیری برای مدیریت محصول سازگار شود.

یادآوری ۱- اجزای برنامه کاربردی، حاوی الزامات[4]، یک طراحی معماری، مؤلفه‌ها و آزمون‌ها است. برخلاف اجزای دامنه که نیازمند پشتیبانی از سفارشی‌سازی انبوه[5] برنامه‌های کاربردی متعدد درون خط تولید است، اغلب اجزای برنامه کاربردی، تغییرپذیری[6] را شامل نمی‌شود. با این حال، برنامه‌های کاربردی ممکن است دارای تغییرپذیری باشند (برای مثال، کاربران نهایی ممکن است قادر باشند برنامه‌های کاربردی که از طریق پیوند دادن تغییرپذیری برنامه کاربردی در خلال زمان اجرا مورد استفاده قرار می‌دهند را به‌طور انبوه سفارشی‌سازی کنند). لذا ممکن است اجزای برنامه کاربردی، تغییرپذیری نیز داشته باشند، اما تغییرپذیری اجزای برنامه کاربردی تنها در راستای اهداف برنامه کاربردی خاصی است که اجزای برنامه کاربردی به خاطر آن ایجاد شده‌اند. در نتیجه، محدوده تغییرپذیری اجزای برنامه کاربردی معمولا بسیار محدودتر از دامنه تغییرپذیری اجزا است.

1- Application Architecture
2- Application Asset
3- Lifecycle
4- Requirements
5- Mass-customization
6- Variability

یادآوری ۲- اجزای برنامه کاربردی، محصولات فیزیکی موجود دارای تولید انبوه و آماده استفاده نیستند. محصولات فیزیکی (برای مثال اجزای مکانیکی، عناصر الکترونیکی، هم‌بست‌ها[1]، عدسی‌های بصری) مطابق با بهترین شیوه‌های اجرا بر اساس قواعد مربوط به خود، ذخیره‌سازی و مدیریت می‌شوند. اجزای برنامه کاربردی چرخه عمر خاص خود را دارند؛ استاندارد ملی شماره ۱۶۳۰۴ ممکن است برای مدیریت چرخه عمر به کار رود.

۳-۳

طراحی برنامه کاربردی

فرایند مهندسی برنامه کاربردی که معماری برنامه کاربردی منفرد را با دامنه معماری مشتق شده منطبق می‌کند.

۴-۳

مهندسی برنامه کاربردی

چرخه عمر شامل مجموعه‌ای از فرایندها است که در آن‌ها، اجزای برنامه کاربردی و محصولات عضو خط تولید، از طریق استفاده مجدد از اجزای دامنه منطبق با معماری دامنه و نیز از طریق انقیاد[2] تغییرپذیری سکو[3] پیاده‌سازی و مدیریت شود.

یادآوری- مهندسی برنامه کاربردی از منظر سنتی آن به معنای ایجاد محصولات منفرد بدون استفاده مجدد راهبردی از اجزای دامنه و بدون الگوبرداری و انقیاد آشکار تغییرپذیری است.

۵-۳

تحقق[4] برنامه کاربردی

فرایند مهندسی برنامه کاربردی که اجزای برنامه کاربردی را توسعه می‌دهد و برخی از آن‌ها ممکن است از اجزای دامنه مشتق شوند و نیز محصولات عضو مبتنی بر معماری برنامه کاربردی و مجموعه اجزای برنامه کاربردی و اجزای دامنه است.

۶-۳

پایگاه[5] اجزا

اجزای تولید شده از دامنه و مهندسی برنامه کاربردی را که قابلیت استفاده مجدد دارند، ذخیره می‌کند.

۷-۳

تعیین حوزه[6] اجزا

فرایند شناسایی اجزای دامنه بالقوه و برآورد برگشت سرمایه بر روی اجزا است.

1- Harness
2- Binding
3- Platform
4- Realization
5- Base
6- Scoping

یادآوری- اطلاعات به دست آمده در خلال تعیین حوزه اجزا، همراه با اطلاعات به دست آمده از طریق تعیین حوزه محصول و دامنه، می‌تواند برای تعیین این امر به کار رود که آیا یک خط تولید به یک سازمان معرفی شود یا خیر. تعیین حوزه اجزا، جایگاهی بعد از تعیین حوزه دامنه دارد.

۸-۳

انقیاد

وظیفه تصمیم‌گیری در مورد جنبه‌های مختلف مرتبط که شامل اجزای برنامه کاربردی خواهد بود را دارد، از جمله اجزای دامنه در حال استفاده از مدل تغییرپذیری دامنه و اجزای برنامه کاربردی در حال استفاده از مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی.

یادآوری- عملکرد انقیاد، تکلیفی برای تحقق تعریف انقیاد به منظور ایجاد اجزای برنامه کاربردی جدید از دامنه و اجزای برنامه کاربردی، با استفاده از مدل‌های تغییرپذیری دامنه و برنامه کاربردی است.

۹-۳

تشابه[1]

مجموعه‌ای از ویژگی‌های عملکردی و غیرعملکردی که توسط تمامی برنامه‌های کاربردی متعلق به خط تولید به اشتراک گذاشته می‌شوند.

۱۰-۳

معماری دامنه[2]

معماری مرجع شامل ساختار و بافت معماری (مانند اصول و محدودیت‌های مشترک) است که همه محصولات عضو در درون یک خط تولید را محدود می‌کند.

یادآوری- معماری برنامه کاربردی، محصولات عضو موجود در خط تولید، اجزای مشترک و اجزای متغیر پیوسته معماری دامنه را (احتمالا با تغییراتی) مورد استفاده مجدد قرار می‌دهد. معماری برنامه کاربردی محصولات عضو ممکن است (اما نه لزوما) تغییرپذیری را فراهم آورند.

۱۱-۳

اجزای دامنه[3]

برون‌داد فرایندهای چرخه عمر مهندسی دامنه، که می‌تواند در تولید محصولات در طی زمانی مهندسی برنامه کاربردی مورد استفاده مجدد قرار گیرد.

1- Commonality

[2]- مترادف معماری دامنه معماری مرجع و معماری خط تولید است.

[3]- مترادف اجزای دامنه جزء هسته است.

مترادف: جزء هسته‌ای

یادآوری ۱- اجزای دامنه ممکن است شامل ویژگی‌های دامنه، مدل‌های دامنه، مشخصات الزامات دامنه، معماری دامنه، مؤلفه‌های دامنه، موارد آزمون دامنه، توصیف فرایند دامنه و غیره باشد.

یادآوری ۲- در مهندسی سامانه‌ها، اجزای دامنه ممکن است زیرسامانه‌ها یا مؤلفه‌هایی باشند که در طراحی‌های سامانه‌ای دیگری مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند. اجزای دامنه از طریق الزامات و ویژگی‌های فنی اولیه در نظر گرفته می‌شود. اجزای دامنه شامل موارد، اصول منطقی، داده‌های رفتاری محیطی، و خطرات یا فرصت‌های اکتسابی از پروژه‌های قبلی است اما محدود به استفاده از آن‌ها نمی‌شود. اجزای دامنه محصولات در دسترس فیزیکی دارای تولید انبوه و آماده استفاده نیستند. محصولات فیزیکی (برای مثال اجزای مکانیکی، عناصر الکترونیکی، هم‌بست‌ها، عدسی‌های بصری) مطابق با بهترین شیوه‌های اجرا بر اساس قواعد مربوط به خود، ذخیره‌سازی و مدیریت می‌شوند. اجزای برنامه کاربردی چرخه عمر خاص خود را دارند؛ استاندارد ملی شماره ۱۶۳۰۴ ممکن است برای مدیریت چرخه عمر به کار رود.

۱۲-۳

مهندسی دامنه

چرخه عمر شامل مجموعه‌ای از فرایندها برای مشخص‌سازی و مدیریت تشابه و تغییرپذیری یک خط تولید است.

یادآوری ۱- اجزای دامنه در فرایندهای مهندسی دامنه ایجاد و مدیریت می‌شوند و در فرایندهای مهندسی برنامه کاربردی، مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند.

یادآوری ۲- بسته به نوع اجزای دامنه، یعنی اجزای دامنه سامانه یا اجزای دامنه یک نرم‌افزار، فرایندهای مهندسی مورد استفاده، ممکن است توسط زمینه مرتبط تعیین شوند.

یادآوری ۳- بخش ۳ از IEEE 1517-2010 مهندسی دامنه را یک رویکرد مبتنی بر کاربرد مجدد برای تعریف دامنه (مثلا تعریف دامنه)، مشخص‌سازی ساختار (مثلا معماری دامنه)، و ایجاد اجزا (مثلا الزامات، طراحی‌ها، رمز نرم‌افزار، مستندسازی) برای طبقه‌ای از سامانه‌ها، زیرسامانه‌ها یا محصولات عضو تعریف می‌کند.

۱۳-۳

محدوده دامنه

شناسایی و تشخیص دامنه‌های عملکردی که برای یک خط تولید مدنظر مهم است و پتانسیل استفاده مجدد کافی برای توجیه ایجاد خط تولید را فراهم می‌آورد.

۱۴-۳

ویژگی

ویژگی عملکرد انتزاعی یک سامانه موردعلاقه است که کاربران نهایی و سایر سهام‌داران می‌توانند آن را بفهمند.

یادآوری- در مهندسی سامانه‌ها، ویژگی‌ها ترکیب نیازهای سرمایه‌داران[1] هستند. این ویژگی‌ها برای ایجاد خط پایه فنی ضروری از بین سایر ویژگی‌ها، به کار می‌رود.

۱۵-۳

محصول عضو

محصول متعلق به خط تولید است.

مترادف این کلمه "برنامه کاربردی" است.

۱۶-۳

خط تولید

مجموعه محصولات و/یا خدماتی که آشکارا ویژگی‌های مشترک و متغیر تعریف شده و مدیریت شده را به اشتراک می‌گذارند و متکی به معماری دامنه مشابهی برای تأمین نیازهای مشترک و متغیر بازارهای خاص هستند.

مترادف این کلمه "خانوادهٔ محصول" است.

۱۷-۳

معماری خط تولید

مترادف معماری دامنه و معماری مرجع است.

۱۸-۳

سکوی خط تولید

شامل معماری خط تولید، طراحی مدیریت پیکربندی[2]، و اجزای دامنه که مهندسی برنامه کاربردی را قادر می‌سازد به‌طرز مؤثری، مجموعه‌ای از محصولات مشتق شده را مورد استفاده مجدد قرار دهد و تولید کند.

یادآوری- سکوها چرخه عمر خاص خود را دارند. استاندارد ملی شماره ۱۶۳۰۴ ممکن است برای مدیریت یک چرخه عمر به کار رود.

۱۹-۳

مدل مرجع خط تولید

بازنمایی انتزاعی فرایندهای چرخه عمر مهندسی دامنه و برنامه کاربردی، قوانین و روابط فرایندها، و اجزا، در خلال مهندسی و مدیریت خط تولید، مدیریت، تولید و مجددا استفاده می‌شوند.

۲۰-۳

تعیین حوزه خط تولید

1- Stakeholders

2- Configuration

محصولات عضوی که در محدوده یک خط تولید و ویژگی‌های مشترک و متغیر عمده (به‌طور بیرونی قابل‌رؤیت) در بین محصولات تولید خواهد شد را تعریف می‌کند، از یک منظر اقتصادی محصولات را تحلیل می‌کند، و پیشرفت، تولید و بازاریابی خط تولید و محصول آن را کنترل و برنامه‌ریزی می‌کند.

یادآوری- مدیریت محصول، مسئول اصلی تعیین حوزه خط تولید است.

۲۱-۳

تعیین حوزه محصول

فرایندهای تعیین حوزه خط تولید که نقشه راه محصول را تعیین می‌کند. به عبارت دیگر الف) بازارهای هدف؛ ب) اقلام محصول که سازمان خط تولید باید گسترش دهد، تولید کند، بازاریابی کند و بفروشد؛ پ) ویژگی‌های مشترک و متغیری که محصولات باید به منظور دستیابی به اهداف تجاری کوتاه و بلندمدت سازمان خط تولید فراهم آورند و ت) برنامه‌ای برای معرفی محصول به بازارها.

۲۲-۳

معماری مرجع

مترادف معماری دامنه

۲۳-۳

تغییرپذیری

مشخصه "خط تولید" که ممکن است در بین اعضای خط تولید متفاوت باشد.

یادآوری ۱- تفاوت بین اعضا را می‌توان از جنبه‌های متعددی در نظر گرفت مانند کارکرد مشخصات کیفی، محیط‌هایی که در آن‌ها اعضا مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربران، محدودیت‌ها و مکانیزم‌ها درونی، قابلیت کارکرد بودن و صفات کیفی را تحقق می‌بخشند.

یادآوری ۲- تمایز قائل شدن بین مفاهیم تغییرپذیری سامانه و نرم‌افزار و تغییرپذیری خط تولید حائز اهمیت است. هر سامانه‌ای که به طور جزئی یا کلی از نرم‌افزار تشکیل شده باشد، می‌تواند تغییرپذیری نرم‌افزار را دارا باشد چون سامانه‌های نرم‌افزار به طور ذاتی سازگار، توسعه‌پذیر، یا دارای قابلیت پیکربندی برای بافت‌های کاربری خاص هستند. تغییرپذیری خط تولید وابسته به تغییرپذیری است که آشکارا توسط مدیریت محصول تعریف می‌شود. این استاندارد در اصل با تغییرپذیری خط تولید سر و کار دارد.

۲۴-۳

محدودیت تغییرپذیری

روابط محدود بین یک متغیر[1] و نقطهٔ تغییر[2]، و همچنین بین دو متغیر و بین دو نقطهٔ تغییر است.

۲۵-۳

وابستگی تغییرپذیری

1- Variant

2- Variable point

رابطه بین یک نقطهٔ تغییر و یک مجموعه متغیر، که نشان می‌دهد نقطه متغیر دلالت بر یک تصمیم در مورد گونه‌ها دارد.

یادآوری- دو نوع وابستگی تغییرپذیری امکان‌پذیر است: الف) وابستگی تغییرپذیری اختیاری اظهار می‌دارد گونه‌ای که به طور اختیاری به یک نقطهٔ تغییر وابسته است، می‌تواند بخشی از یک محصول عضو از یک خط تولید باشد؛ ب) وابستگی تغییرپذیری اجباری مشخص می‌کند که اگر نقطه تغییر برای محصول عضو انتخاب گردد، یک متغیر وابسته به یک نقطه متغیر باید برای یک محصول عضو انتخاب گردد.

۲۶-۳

مدیریت تغییرپذیری

دو بعد دارد: بعد تغییرپذیری و بعد اجزا

یادآوری- مدیریت تغییرپذیری در بعد تغییرپذیری، شامل وظایفی برای نظارت بر تغییرپذیری در سطح کل خط تولید، ایجاد و حفظ نمونه‌های تغییرپذیری، اطمینان از انسجام بین نمونه‌های تغییرپذیری، مدیریت تمامی وابستگی‌های تغییرپذیری و محدود در سراسر خط تولید و مدیریت پیوندهای قابل ردیابی بین یک نمونه تغییرپذیر و اجزای برنامه کاربردی و دامنه مربوطه است (برای مثال، مدل‌های الزامی، مدل‌های طراحی). مدیریت تغییرپذیری در بعد اجزا شامل وظایفی برای مدیریت اثرات تغییرپذیری در درون هر جزء برنامه کاربردی و دامنه است که در محل یک جزء، یک تغییرپذیری روی می‌دهد و گزینه‌هایی که اجزا را شکل می‌دهند، می‌توانند در آن محل رخ دهند. این ابعاد به طور ذاتی مکمل هستند، یعنی هر دو مورد نیازمند مدیریت مؤثر تغییرپذیری‌اند.

۲۷-۳

مدل تغییرپذیری

تغییرپذیری خط تولید را تعریف می‌کند.

یادآوری- این مدل، نقاط تغییر، انواع تغییر برای نقاط تغییر، متغیرهای ارائه شده توسط نقاط تغییر، و وابستگی‌های تغییرپذیری و محدودیت‌های تغییرپذیری را معرفی می‌کند. نمونه‌های تغییرپذیری ممکن است بر سایر نمونه‌ها مانند الزامات یا نمونه‌های طراحی متعامد باشند یا در آن‌ها تلفیق گردند. دو نوع از مدل‌های تغییرپذیری وجود دارد: مدل‌های تغییرپذیری دامنه و مدل‌های تغییرپذیری برنامه کاربردی.

۲۸-۳

گونه

گزینه‌ای که ممکن است برای تشخیص نقاط متغیر خاصی مورد استفاده قرار گیرند.

یادآوری- یک یا چند گونه باید متناظر با هر نقطه متغیر باشد. هر یک از گونه‌ها باید با یک یا چند نقطه متغیر مرتبط باشد. انتخاب و پیوستگی یک محصول خاص، ویژگی‌های تغییرپذیری خاص برای محصول را تعیین می‌کند.

۲۹-۳

نقطهٔ متغیر

بازنمایی متناظر با ویژگی‌های متغیر خاص محصول، اجزای دامنه و اجزای برنامه کاربردی در بافت یک خط تولید است.

یادآوری- نقاط متغیر نشان می‌دهند که چه چیز خط تولید متفاوت است. هر نقطه متغیری حداقل باید یک گونه داشته باشد.

۴ از مهندسی و مدیریت تک‌سامانه‌ای به سمت مهندسی و مدیریت خط تولید

مهندسی تک‌سامانه، روش غالب مفهوم‌پردازی و ایجاد محصولات نرم‌افزاری و سامانه‌ای است. این بخش در ابتدا برخی از چالش‌های عمده شرکت‌های تولیدی نرم‌افزار و سامانه در مواجهه با استفاده از روش‌های مهندسی تک‌سامانه را مرور می‌کند. این بخش مدیریت تغییرپذیری را مشکل‌ترین حوزه معرفی می‌کند. مدیریت تغییرپذیری در بخش فرعی دوم به بحث گذاشته می‌شود. نتیجه‌گیری بخش بر اساس توصیف تفاوت‌های اساسی بین مهندسی تک‌سامانه‌ای و مهندسی و مدیریت خط تولید است. شناخت این تفاوت‌ها برای گذار سازمانی موفقیت‌آمیز از مهندسی تک‌سامانه‌ای به سمت مهندسی و مدیریت خط تولید بسیار مهم است.

۴-۱ چالش‌های شرکت‌های تولیدی در استفاده از مهندسی تک‌سامانه‌ای

استفاده افراطی از مهندسی تک‌سامانه‌ای در محیط‌هایی که فرضیه‌های آن دیگر خریداری ندارند، در مسائل زیادی که مشتری‌ها، استفاده‌کننده‌های نهایی و تأمین‌کنندگان خدمات با آن‌ها مواجه می‌شوند نقش دارند. برای مثال، مشتری‌ها ممکن است تصور نمایند که نیازهای آن‌ها منحصر به فرد است و سامانه‌های سازگار پرهزینه‌ای را به دست بیاورند و پی بگیرند، در حالی‌که محصولات قابل خرید و فروش و کم‌هزینه ممکن است کاملا مناسب باشد. استفاده‌کننده‌های نهایی ممکن است احساس کنند استفاده و/یا به دست آوردن کارکردی که واقعا نیاز دارند دشوار است، چون سامانه‌های نرم‌افزاری خیلی پیچیده‌اند و کارکرد بسیار زیادی را تدارک می‌بینند. سرانجام اینکه یک تأمین‌کننده ممکن است محصولات وابسته به‌هم بسیاری را بفروشد که کاملا متفاوت به نظر برسند و حتی برای مشتریان یکسان قابل تشخیص نباشند.

تأمین‌کنندگان محصولات واحد، هنگام استفاده از مهندسی تک‌سامانه‌ای معمولا حداقل با برخی از مسائل زیر مواجه می‌شوند: تلاش‌ها و هزینه‌های کار کمتر از حد برآورد می‌شود، بهره‌وری بیش‌برآورد می‌شود، ویژگی‌هایی لازم وجود ندارد، برنامه‌های محصول و/یا اهداف کیفی برآورده نمی‌شود، و/یا رضایت مشتری کمتر از حد انتظار جلب می‌شود. تلاش‌های کاری ممکن است کمتر از حد برآورد شود و بهره‌وری بیش‌برآورد شود چون سازمان هرگز پیشتر محصول مشابهی را تولید نکرده است یا اگر این کار انجام گرفته، واحد سازمانی که محصول مشابه را تولید کرده، ممکن است نخواهد تجربه آن و سایر اجزای قابل استفاده ممکن را به دلیل رقابت بین واحدهای سازمانی منتشر کند. برآوردهای غیردقیق به همراه بودجه‌های معمولا ثابت، منجر به نوسانات در برنامه، ویژگی‌های از دست رفته و/یا مشکلات مربوط به کیفیت می‌شود. مشکلات مربوط به کیفیت نیز ممکن است از فقدان فرهنگ استفاده مجدد ناشی شود چون تراکم عیب‌های محصول آزمون نشده، نسبت به نرم‌افزاری از مولفه‌های به خوبی آزمون شده استفاده مجدد می‌کند، بیشتر است.

سازگاری با تغییرپذیری مناسب، معمولا اصلی‌ترین مشکلی است که تأمین‌کنندگان محصولات منفرد با آن‌ها مواجه می‌شوند. در این متن، تغییرپذیری معمولا نیازمند تکوین در طی زمان از طریق تعامل با مشتری‌های متعدد است. تأمین‌کنندگان معمولا از یک یا چند تدبیر به ظاهر ساده اما ناموثر برای دست و پنجه نرم کردن با تغییرپذیریِ در حال ظهور استفاده می‌کنند. برای مثال، تولید کننده ممکن است تغییرپذیری را در

داخل یک محصول منفرد به وسیله معرفی بیش از پیش پارامترهای محصول و با دستورات if-then-else- state در متن منبع محصول در طول تحقق برنامه با پارامتر سر و کار دارند تلفیق کنند. در نتیجه، میزان خطوط رمز مرجع افزایش می‌یابد، درک و نگهداری رمز مرجع به‌طور فزاینده‌ای پیچیده می‌شود، و قابلیت آزمون (و اغلب همچنین عملکرد) نرم‌افزار بدتر می‌شود. در مقابل، تأمین‌کننده‌ای که محصول موجود را در اختیار دارد، ممکن است با منشعب کردن یک محصول جدید از محصول موجود، ایجاد تغییر در رمز مرجع محصول جدید، ادغام رمز مرجع تغییر یافته با خط اصلی هنگامی‌که زمان این اجازه را می‌دهد و سایر منابع در دسترس هستند، و سرانجام حذف محصول انشعاب یافته، به درخواست‌های متغیر یک مشتری جدید رسیدگی کند. انشعاب و ادغام بسیار پرهزینه و مستعد خطا است و رمز مرجع خط اصلی، معمولا بعد از چند انشعاب و ادغام، مستلزم بازنویسی متناوب پرهزینه‌ای برای استفاده از این راهبرد در یک بازه زمانی بسیار طولانی است. در بدترین حالت، تأمین‌کننده ممکن است با محصولاتی که بسیار جزئی شبیه‌سازی شده‌اند کار را به پایان برساند و خط اصلی رمز مرجع باقی نماند. چنین تدابیر ناموثری برای مدیریت تغییرپذیری نیز کار ایجادکنندگان نرم‌افزار را کسل‌کننده می‌کند و احتمال تغییر در تعداد کارکنان را افزایش می‌دهد.

در مجموع، شرکت‌های تولیدکننده‌ای که از رویکردهای مهندسی تک‌سامانه‌ای استفاده می‌کنند، ممکن است با محصولات بسیار پیچیده اما کم‌کیفیت، بهره‌وری پایین، تغییر زیاد در کارکنان، و جلب رضایت مشتریان کمتر از حد انتظار، به کارشان پایان دهند.

مدیریت و مهندسی خط تولید، روشی عملی برای پرداختن به چنین مشکلاتی است. با این حال این روش، حلال همه مشکلات نیست. اگر این روش خوب درک نشود و ضعیف به اجرا دربیاید، حاصل کار ممکن است سرمایه‌گذاری‌های کلان بدون تحقق یافتن مزایای مورد انتظار باشد. لذا بخش‌های بعدی این استاندارد ملی، نشان می‌دهد که مهندسی و مدیریت خط تولید چیست و تأمین‌کنندگان چگونه می‌توانند برای ایجاد آن و مدیریت تغییرپذیری سرمایه‌گذاری کنند؛ از هزینه‌ها و پیچیدگی محصول بکاهند؛ از طریق علم آمار، تولید تجویز شده و استفاده از اجزای دامنه، بهره‌وری و کیفیت محصول را افزایش دهند؛ زمانشان را محدود به بازار کنند؛ و رضایت مشتری را از طریق سفارشی‌سازی انبوه محصولات و ارزیابی دقیق‌تر برنامه‌ها و هزینه‌ها افزایش دهند.

۲-۴ مدیریت تغییرپذیری

در مهندسی تک‌سامانه‌ای، استفاده مجدد از دانش حائز اهمیت است. با این حال مهندسی خط تولید اساسا از مهندسی تک‌سامانه‌ای متفاوت است، چون ایجاد، مدیریت و استفاده مجدد از اجزای دامنه و سکو خط تولید به عنوان یک کل، اهمیت راهبردی دارد. مهندسی خط تولید باید آشکارا به محصولات متعدد و تغییرات درون و بین آن‌ها توجه کند. برخی از نیازهای تغییرپذیری هنوز می‌تواند به‌وجود آید (برای مثال بر اساس پیشنهادهای غیرمنتظره رقیبان) چون برنامه‌ریزی بی‌نقص پیشاپیش غیرممکن است، اما اغلب نیازهای تغییرپذیری باید مبتنی بر تحلیل دقیق بازار هدف، فن‌آوری‌های در دسترس، پیشنهادات رقیبان، و سایر عوامل باشد. تمایز بین اجزای مشترک و متغیّر اعضای خط تولید، مهندسی و مدیریت خط تولید را از بسیاری جهات تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. در این مورد، مثال‌هایی را در بخش‌های بعد آورده‌ایم.

الف- ایجاد معماری دامنه: بخش‌های مشترک و متغیر محصولات در خط تولید، باید به وضوح در معماری دامنه خط تولید متمایز شوند؛

ب- اطمینان از قابلیت ردیابی[1]: تغییرپذیری، درون و بین اعضای خط تولید، در اجزای دامنه و برنامه‌های کاربردی متعددی جای گرفته‌اند، شامل نمونه‌های تغییرپذیری. اجزای دامنه و برنامه کاربردی باید در سرتاسر چرخه عمر مهندسی دامنه و برنامه کاربردی به ترتیب ردگیری شوند. چون اجزای برنامه کاربردی ممکن است اجزای دامنه را همان‌طور که هستند یا بعد از اعمال تغییرات بر روی آن‌ها، مورد استفاده مجدد قرار دهند، اجزای برنامه کاربردی همچنین باید به طور دوطرفه، برای اجزای دامنه قابل ردگیری باشند. در نتیجه، قابلیت ردیابی نیز در طی چرخه‌های عمر مهندسی دامنه و برنامه کاربردی ضروری است.

از این رو تغییرپذیری یک متمایزکننده کلیدی بین مهندسی تک‌سامانه‌ای و مدیریت و مهندسی خط تولید است. تغییرپذیری باید تعریف، نمونه‌برداری، پیاده‌سازی، نسخه‌برداری، اعتبارسنجی و اعتباریابی شود. همچنین باید در درون و در طی چرخه‌های عمر مهندسی برنامه کاربردی و دامنه ردیابی شود. اصول مدیریت تغییرپذیری، مدیریت تغییرپذیری نامیده می‌شود. محوری‌ترین مفاهیم مهندسی و مدیریت خط تولید، در بخش ۴-۳ نشان داده شده‌اند که به شدت با مدیریت تغییرپذیری مرتبط‌اند.

۳-۴ متمایزکننده‌های کلیدی بین مهندسی تک‌سامانه‌ای و مهندسی و مدیریت خط تولید

شناسایی و تحلیل متمایزکننده‌های کلیدی بین مهندسی تک‌سامانه و مهندسی و مدیریت خط تولید، به سازمان‌ها کمک خواهد کرد تا نمونه مرجع خط تولید را درک کنند (بخش ۵-۲) و راهبردی را برای پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز مهندسی خط تولید تدوین کنند. لذا سازمان‌های خط تولید باید دست به طراحی ساختارها و فرایندهای آن‌ها برای توجه به این متمایزکننده‌ها بزنند.

الف- مهندسی برنامه کاربردی: یک چرخه عمر که در آن، اجزای برنامه کاربردی و محصولات عضو یک خط تولید، توسط استفاده مجدد اجزای دامنه در تطبیق با معماری دامنه و نیز توسط پیوند تغییرپذیری خط تولید، پیاده‌سازی و مدیریت می‌شود. از این رو، وجود دو فرایند چرخه عمر، یعنی مهندسی دامنه و مهندسی برنامه کاربردی، مهندسی خط تولید را از مهندسی تک‌سامانه جدا می‌کند.

ب- انقیاد: وظیفه تصمیم‌گیری که مجموعه‌ای از رفتارهای جایگزینی را که توسط اجزای دامنه و اجزای برنامه کاربردی ارائه می‌شوند را حل و فصل می‌کند و توسط نمونه‌های تغییرپذیری بازنمایی می‌شوند تا اجزای برنامه کاربردی را ایجاد کنند یا محصولات عضو مهندسی خط تولید را از مهندسی تک‌سامانه متمایز سازد. انقیاد باید در طی مهندسی دامنه و در زمانی که گونه‌ها معرفی می‌شوند مورد توجه قرار گیرد؛ همچنین در حین و بعد از مهندسی برنامه کاربردی، یعنی زمانی که گونه‌ها مورد انقیاد قرار گرفتند. انقیاد تغییرپذیری ایستا در طی مهندسی برنامه کاربردی، قبل از زمان اجرا روی می‌دهد. انقیاد پویای تغییرپذیری می‌تواند در خلال زمان اجرا مورد استفاده قرار گیرد. این کار یک سامانه را قادر می‌سازد تا ۱) رفتارهایش را

1- Traceability

بر اساس اصول از پیش مشخص‌شده تطبیق دهد و ۲) توسط کاربرانش تطبیق داده شود (برای مثال، وقتی آن‌ها تصمیم می‌گیرند تا گونه‌های دیگری را به منظور استفاده از ویژگی‌های بیشتر پیوند دهند).

پ- همکاری[1]: چون دو چرخه عمر موازی در مهندسی خط تولید وجود دارد، افراد مسئول فرایندهای مهندسی خط تولید باید در محدوده مهندسی دامنه و نیز با افراد مرتبط با فرایندهای مهندسی برنامه کاربردی همکاری کنند.

ت- مدیریت پیکربندی: پیکربندی‌های یک خط تولید، از نظر زمانی و مکانی چندبعدی[2] هستند. اجزای برنامه کاربردی و دامنه، انتشارات سکو و محصولات عضو، هر کدام نسخه‌هایی دارند. هر کدام از این نسخه‌ها دارای یک پیکربندی هستند. نسخه‌های محصولات عضو به نسخه‌های اجزا و انتشار نسخه‌های سکو بستگی دارد. انتشار نسخه‌های سکو به نسخه‌های اجزای دامنه بستگی دارد. برای مثال، تغییر در اجزای دامنه ممکن است چندین محصول عضو را تحت تأثیر قرار دهد. هر محصول عضو می‌تواند در هر زمان، در پیکربندی‌های متعددی حضور داشته باشد. پیکربندی‌های ممکن یک محصول عضو می‌تواند در طی زمان تغییر یابد. ابعاد نیازمند مدیریت هستند. اگرچه مدیریت پیکربندی برای تمامی نرم‌افزارهای ادغام سامانه ضروری است، اما این کار برای مهندسی و مدیریت خط تولید، از اهمیت چشمگیری برخوردار است.

ث- معماری دامنه: این معماری طراحی سطح بالای یک خط تولید را مدنظر قرار می‌دهد، از جمله تعریف تغییرپذیری توسط مهندسی دامنه. این معماری به عنوان نقشه اولیه‌ای برای طراحی معماری و الگوی[3] همه اعضای خط تولید به کار می‌رود. نیاز به معماری مرجع، مهندسی خط تولید را از مهندسی تک‌سامانه جدا می‌کند؛

ج- اجزای دامنه: وجود اجزای دامنه در نرم‌افزار و خطوط تولید سامانه‌ها، متمایزکننده دیگری بین ایجاد خط تولید و ایجاد تک‌سامانه است؛

چ- مهندسی دامنه: این مهندسی، اجزای دامنه را تعریف، تحقق، شناسایی و اعتبارسنجی می‌کند. مدل تغییرپذیری دامنه خط تولید، در سرتاسر این فرایند چرخه عمر ساختاریافته است. آن مهندسی خط تولید را از مهندسی تک‌سامانه جدا می‌کند. برای هر فرایند مربوطه در داخل چرخه عمر، زیر فرایندها ، نقش‌ها، و رویه‌های لازم باید توصیف شود؛

ح- فعال‌سازی پشتیبانی فن‌آوری: فن‌آوری‌های لازم برای فعال‌سازی مهندسی خط تولید و مدیریت، باید به منظور پیاده‌سازی موفقیت‌آمیز خط تولید در دسترس باشد. به‌ویژه زیرساخت مدیریت دانش در این امر حیاتی است، چون مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزار، در قیاس با مهندسی تک‌سامانه، دانش محورتر است. برای مثال، خطوط تولید معمولا متشکل از اجزای بیشتر، انواع متفاوت‌تری از اجزا، و وابستگی‌های

1- Collaboration
2- Multidimensional
3- Texture

بیشتری بین اجزا به نسبت سامانه‌های فردی است. لذا مدیریت دانش مربوط به پیکربندی اجزای معتبر، در ایجاد خط تولید در مقایسه با ایجاد تک‌سامانه مشکل بیشتری ایجاد می‌کند؛

خ- اندازه‌گیری[1] و ردگیری: اندازه‌گیری مورد نظر در مهندسی و مدیریت خط تولید، چند بعدی است. مجموعه داده، اندازه‌ها، و ردگیری نیازمند پشتیبانی از مهندسی دامنه و چرخه‌های زندگی مهندسی برنامه کاربردی و همچنین مدیریت سازمانی و فنی خطوط تولید به گونه‌ای متعادل است. برای مثال، اندازه‌گیری نامناسب یا دارای بایاس[2] واحدهای سازمانی مسئول برای مهندسی برنامه کاربردی و مهندسی دامنه، احتمالا منجر به اختلاف و تخصیص نادرست سرمایه مهندسی دامنه می‌شود، چون اغلب (اگر نه همه) عایدی سازمان از راه فروش محصولات عضو و خدمات مربوطه به دست می‌آید، نه از راه فروش اجزای دامنه. فقدان یک مدل سرمایه‌گذاری مناسب، و اندازه‌گیری پشتیبانی شده و سامانه‌های ردگیری، ممکن است پیاده‌سازی سازمانی و نهادینه کردن مهندسی و مدیریت خط تولید را مختل کرده یا حتی از بین ببرد؛

د- سکو: مهندسی خط تولید مبتنی بر سکو است. سفارشی‌سازی انبوه محصولات، بدون سکوهای کارآمد تقریباً غیرممکن است. لذا سکوها مهندسی خط پایه را از مهندسی تک‌سامانه جدا می‌کنند و برای سازمان-های خط تولید، از اهمیّتی راهبردی برخوردارند. ظهور و خذف کامل سکوها، به‌طور چشمگیری سازمان‌های خط تولید را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد؛

ذ- مدیریت محصول: مدیریت محصول مسئول مسائل اقتصادی و تجاری مهندسی و مدیریت خط تولید است و منجر به خط (خطوط) تولید می‌شود. این مدیریت به‌ویژه با راهبرد بازار و راهبرد رقابتی سر و کار دارد. خطوط تولید باید به طور مداوم، هماهنگ با محصولات مبتکرانه جدید و اجزای برنامه کاربردی تکامل یابند تا محصولات درون خط تولید بتوانند تغییرات بازار و پیشنهادهای جدید رقابت‌کنندگان برای سرمایه‌گذاری را تحمل کنند. کاربست[3] خوب مهندسی و مدیریت خط تولید شامل تکمیل یک خط تولید در چرخه‌های تکراری، ایجاد اهداف واضح برای هر چرخه، و بازبینی عملکرد بعد از تکمیل هر چرخه است. مدیریت تولید، مسئول این کاربست‌ها و ایجاد سازگاری‌های مناسب با موجودی محصول و سرمایه‌گذاری‌های پایه بر اساس نتایج بررسی محسوب می‌شود. مدیریت محصول در مهندسی تک‌سامانه‌ای ضروری است، امّا نقش مهم‌تر و قدرتمندتری در مهندسی خط تولید ایفا می‌کند؛

ر- قابلیت استفاده مجدد[4]: قابلیت استفاده مجدد اجزای دامنه، یکی از عوامل کلیدی برای موفقبت خطوط تولید است. قابلیت استفاده مجدد مستلزم تمرکز راهبردی بلندمدت بر روی دامنه‌های کلیدی است، لذا سرمایه‌گذاری در ایجاد اجزای دامنه ممکن می‌شود و قابلیت‌های فنی و مدیریتی در سرتاسر فرایندهای مدیریتی و مهندسی خط تولید را امتحان می‌کند؛

1- Measurement
2-Biased
1-Practice
4- Reusability

ز- بافت: بافت معماری شامل اصول و محدودیت‌های مشترک (برای مثال، سبک‌های معماری مشترک یا الگوهای طراحی برای راه‌حل‌های خاص، پیونددهنده[1]های مشترک که ترکیب مؤلفه‌های معماری را تسهیل می‌کنند) برای طراحی و شناسایی تمامی محصولات و دامنه عضو و اجزای برنامه کاربردی در خط تولید می‌باشد. اگرچه بافت در مهندسی تک‌سامانه حائز اهمیت است، اما نقشی کلیدی در مهندسی خط تولید نیز ایفا می‌کند، چون بافت معماری دامنه بر معماری‌های بی‌شمار محصول عضو تسلط دارد (برای مثال، برای اطمینان از ظاهر و احساس مشترک در محصولات عضو در درون یک خط تولید)؛

س- قابلیت ردیابی: مهندسی خط تولید معمولا فشردگی دانش بیشتری نسبت به مهندسی تک‌سامانه دارد. سازمان‌های خط تولید معمولا نیازمند مدیریت دانش مربوط به نه تنها اجزای بیشتر، بلکه به روابط بیشتر بین اجزا هستند. برای مثال، نمونه‌های تغییرپذیری ممکن است به‌صورت دوسویه[2]، با اجزای دامنه و برنامه کاربردی مرتبط باشد و اجزای دامنه ممکن است به‌صورت دوسویه با اجزای برنامه کاربردی مرتبط باشد. لذا سازمان‌های خط تولید نیازمند ایجاد و حفظ زیرساخت‌های مدیریت دانش هستند که مدیریت این پیوندهای دارای قابلیت ردگیری را نیز پوشش دهند؛

ش- اعتبارسنجی و تصدیق[3]: این دو مفهوم از طریق آماده‌سازی شواهد عینی که تأمین‌کننده الزامات همه اجزای دامنه و محصولات عضو است، دست به تصدیق می‌زنند. برای مثال، تصدیق و اعتبارسنجی اجزای دامنه، اعتمادی را فراهم می‌آورد که به ترتیب، اجزا خدمات خاصی که بر سر کیفیت‌شان توافق شده است را به انجام می‌رسانند و به سامانه‌ای (برای مثال، یک محصول عضو) که نیازمند خدمات اجزا هستند کمک می‌کنند تا به اهدافش دست یابد. تصدیق و اعتبارسنجی در بافت خط تولید، اساسا متفاوت از بافت مهندسی تک‌سامانه است؛

ص- تغییرپذیری: تغییرپذیری خط تولید توسط مدیریت تولید تعریف می‌شود و توسط سکوی خط تولید، این امکان برایش فعال‌سازی می‌شود که اجازه سفارشی‌سازی انعطاف‌پذیر و کارآمد محصولات عضو موجود در خط تولید را بدهد و مهندسی خط تولید را از مهندسی تک‌سامانه‌ای جدا کند.

۵ مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید

این بخش، یک مدل مرجع را تعریف می‌کند که مبنای طراحی و تحقق فرایندهای مهندسی خط تولید را شکل می‌دهد و قابلیت‌های روش‌ها و ابزارها را ممکن می‌سازد. مدل مرجع در سطحی بالا، عناصر اساسی مهندسی و مدیریت خط تولید و روابط آن‌ها را تعریف می‌کند.

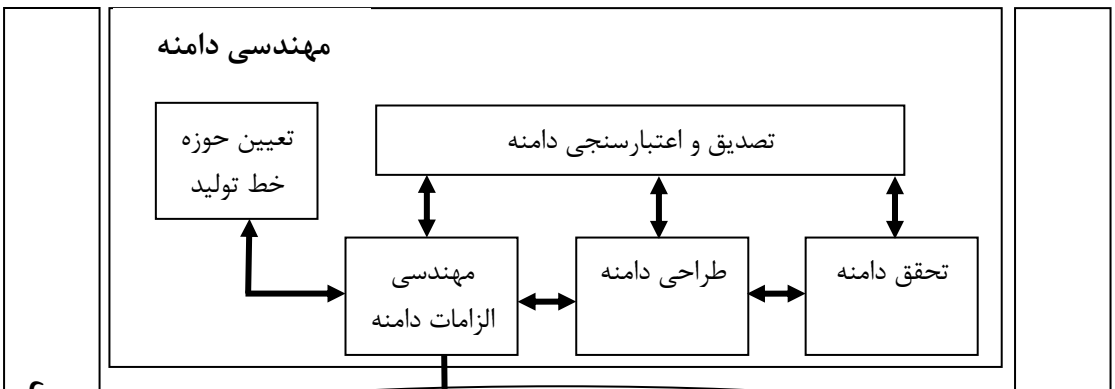
۵-۱ مقدمه

1- Glue
2- Bidirectionally
3- Validation and verification

مدل مرجع هم فرایندهای مهندسی و هم مدیریتی را مورد توجه قرار می‌دهد و ویژگی‌های کلیدی ایجاد خط تولید را پوشش می‌دهد.
مدل مرجع مروری بر استانداردهای متوالی (یعنی، استاندارد ملی ۱۸۷۲۰ الی ISO/IEC 26556) و همچنین ساختار مدل به دست می‌دهد.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای تعیین حوزه خط تولید، مهندسی الزامات دامنه، و مهندسی الزامات برنامه کاربردی، در استاندارد ملی شماره ۱۸۷۲۰، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی برای مهندسی الزامات خط تولید فراهم آمده‌اند.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای طراحی دامنه و طراحی برنامه کاربردی، در ISO/IEC 26552، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی برای طراحی معماری خط تولید فراهم آمده‌اند.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای شناسایی دامنه و شناسایی برنامه کاربردی، در ISO/IEC 26553، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی برای شناسایی خط تولید فراهم آمده‌اند.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، در ISO/IEC 26554، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی برای تصدیق و اعتبارسنجی خط تولید فراهم آمده‌اند.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای مدیریت فنی، در استاندارد ملی شماره ۱۷۶۱۸، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی مدیریت فنی خط تولید فراهم آمده‌اند.
فرایندها و قابلیت روش‌ها و ابزارها برای مدیریت سازمانی، در ISO/IEC 26556، مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها- ابزارها و روش‌هایی برای مدیریت سازمانی خط تولید فراهم آمده‌اند.

۲-۵ مدل مرجع

مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزارها و سامانه‌ها (SSPL) شامل مهندسی دامنه و چرخه‌های عمر مهندسی برنامه کاربردی و گروه‌های فرایندی مدیریت فنّی و مدیریت سازمانی است (شکل ۱). این دو بهتر است تا حدودی جفت شوند. چرخه‌های عمر مهندسی دامنه و برنامه کاربردی، باید با نمونه‌های متفاوت چرخه عمر همگام و کاربردپذیر شوند، چون چرخه‌های عمر در محیط‌های سازمانی و فنی متعددی به کار می‌رود تا ملاک‌های کیفی مختلف را برآورده سازد و به اهداف سازمانی متفاوتی دست یابد. وجود گروه‌های فرایندی سازمانی و فنی برای کمک به سازمان‌ها جهت ایجاد و بهبود قابلیت‌های ایجاد خطوط تولید از شروع تا پایان و به منظور ایجاد و مدیریت روابط با مشتری‌ها، تولیدکننده‌ها و سایر سهام‌دارهای کلیدی از ضروریات است.



دو چرخه عمر رشدی متمایز و دو گروه فرایند در شکل ۱، با گروه‌های فرایندی استانداردهای ملی شماره ۱۲۲۰۷ و ۱۶۳۰۴ قابل مقایسه هستند. وجود دو چرخه عمر رشدی، یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های مهندسی و مدیریت خط تولید در قیاس با مهندسی تک‌سامانه‌ای است. از این رو، فرایندهای دو چرخه عمر توسعه این تفاوت را آشکار می‌سازد. پایه اجزا، هم اجزای دامنه و هم اجزای برنامه کاربردی را ذخیره می‌کند. آن دو چرخه عمر رشدی را از هم جدا می‌کند و فرایندهای درون و نیز در امتداد چرخه‌های عمر را هماهنگ و هم‌گام می‌سازد. گروه فرایندی مدیریت فنی به موازات گروه فرایندهای پروژه، گروه فرایندهای پشتیبانی از نرم‌افزار و بخش‌های گروه استاندارد ملی شماره ۱۲۲۰۷ فرایندهای استفاده مجدد از نرم‌افزار است. گروه فرایند مدیریت سازمانی به موازات گروه فرایندهای سازمانی توانمندکننده پروژه و گروه فرایندهای توافقی استانداردهای ملی شماره ۱۲۲۰۷ و ۱۶۳۰۴ است.

یادآوری- این مدل مرجع برای راه‌اندازی مصنوعات جامد مانند صفحات الکترونیکی، اجزای مکانیکی یا متصدی‌های انسانی مناسب نیست. این مدل به مصنوعات سطح سامانه و نرم‌افزار مانند اسناد الزامی، داده‌های معماری، طراحی‌های اعتبارسنجیی، و مدل‌های رفتاری مربوط می‌شود. اگر مصنوعات نرم‌افزاری وجود داشته باشد که متعلق به یک سامانه بزرگ‌تر هستند، می‌توان آن را دو بار به کار برد. از این مدل در وهله اول می‌توان برای پرداختن به مصنوعات سطح سامانه خط تولید و در وهله دوم، برای مصنوعات نرم‌افزاری خط تولید استفاده کرد. از این گذشته، مدل مرجع در درون و در امتداد سطوح مختلف مهندسی نرم‌افزار و سامانه‌ها، به صورت بازگشتی[1] است.

۶ دو چرخهٔ عمر و دو گروه فرایند برای مهندسی و مدیریت خط تولید

مطابق با مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت SSPL (شکل ۱)، این استاندارد ملی بر مهندسی دامنه، چرخه‌های عمر مهندسی برنامه کاربردی، مدیریت سازمانی و گروه‌های فرایندی مدیریت فنی تمرکز می‌کند. توضیحات مربوط به آن‌ها در بخش زیر آمده است.

۶-۱ چرخهٔ عمر مهندسی دامنه

مهندسی دامنه اشتراک‌پذیری و تغییرپذیری کلیدی را شناسایی می‌کند، سکو خط تولید مشترکی را برای پیاده‌سازی اشتراک‌پذیری و تغییرپذیری تنظیم می‌کند، و در سراسر چرخه عمر خط تولید، سکو را تحت مدیریت قرار می‌دهد. روش رشدی زیربنایی باید رشد و نگهداری بلند مدت از سکوهای بزرگ و پیچیده را فعال‌سازی سازد. روش‌ها و ابزارها برای مهندسی دامنه، فرایندهای توصیف‌شده در بخش فرعی ۶-۱-۱ و ۶-۱-۵ را تسهیل می‌کند.

۶-۱-۱ تعیین حوزه خط تولید

تعیین حوزه خط تولید محصولات عضو یک خط تولید و ویژگی‌های عمده (قابلیت رویت از بیرون) مشترک و متغیر محصولات عضو (که از بیرون قابل‌رؤیت هستند) را تعریف می‌کند، محصولات را از یک منظر اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد، و رشد، محصول، و بازاریابی خط تولید و محصولات آن را کنترل و برنامه‌ریزی می‌کند. مدیریت محصول در اصل مسئول این فرایند است و سه نقش بر عهده دارد:

1- Recursive

الف- تعیین حوزه محصول، نقشه راه محصول را تعیین می‌کند، به عبارت دیگر ۱) بازارهای هدف؛ ۲) طبقات محصولی که سازمان خط تولید باید آن‌ها را رشد دهد، تولید کند، بازاریابی کند، و بفروشد؛ ۳) ویژگی‌های مشترک و متغیری که محصولات باید به منظور دستیابی به اهداف تجاری بلندمدت و کوتاه‌مدت سازمان خط تولید فراهم کنند؛ و ۴) برنامه‌ریزی برای معرفی محصولات به بازار؛

ب- تعیین حوزه دامنه، دامنه‌های کارکردی که برای خط تولیدِ درنظر گرفته شده مهم هستند را شناسایی می‌کند و ظرفیت استفاده مجدد کافی را برای توجیه ایجاد خط تولید فراهم می‌آورد. تعیین حوزه دامنه بر تعاریف طبقات محصول تولیدشده توسط تعیین حوزه محصول متکی است؛

پ- تعیین حوزه اجزا، اجزای به‌طور بالقوه قابل استفاده مجدد را شناسایی می‌کند؛ معایب و مزایای هر جزء دامنه را برآورد می‌کند؛ و این نتایج را به عنوان پیشنهادهای اجزا به مدیران خط تولیدی تحویل می‌دهد که در مورد اینکه کدام اجزای دامنه پیاده شوند تصمیم می‌گیرند. اجزای موجودی که با اجزای دامنه سازگار خواهند شد، در یک فهرست اجزا ثبت می‌شوند.

۶-۱-۲ مهندسی الزامات دامنه

مهندسی الزامات دامنه، کارش را با کاربرد برون‌دادهای تعیین حوزه خط تولید آغاز می‌کند. این مهندسی، الزامات مشترک و متغیر را ایجاد می‌کند، مشخصات و مدل تغییرپذیری دامنه را تولید می‌کند، و در مواقع ضروری به مدیریت تولید در مورد تغییرات لازم در برون‌دادهای تعیین حوزه خط تولید بازخورد می‌دهد.

الزامات مشترک و متغیر برای فرایندهای بعدی چرخه عمر مهندسی دامنه مانند طراحی دامنه، تحقق، و تصدیق و اعتبارسنجی، استخراج، طراحی، مشخص، تصدیق و اعتبارسنجی می‌شود.

الف- استخراج الزامات دامنه، سرمایه‌داران دامنه مناسب را تعیین کرده و آن‌ها را در بر می‌گیرد، فعالیت‌های استخراج الزامات مهندسی تک‌سامانه را اجرا می‌کند، و گستره و گونه‌های موردانتظار را در طول چرخه عمر قابل پیش‌بینی خط تولید، به طور آشکاری از طریق استفاده از فنون مناسب به دست می‌آورد؛

ب- تحلیل الزامات دامنه، از گستره خط تولید تعریف شده و دیگر مصنوعات مربوطه استفاده می‌کند تا فعالیت‌های تحلیل الزامات مهندسی تک‌سامانه را اعمال کند و اشتراکات را یافته و گونه‌های متفاوت را مورد شناسایی قرار دهد. عمل تحلیل همچنین این امر را برای مهندسان برنامه کاربردی و مشتری‌های آن‌ها چگونه می‌توانند به قابلیت سود دهی اقتصادی دست یابند اگر از مشترکات بیشتر و الزامات منحصر به فرد کمتری استفاده کنند. یک مدل تغییرپذیری دامنه، ساختاریافته نیز است؛

پ- ویژگی الزامات دامنه، الزامات خط تولید تحلیل‌شده‌ای را مستند می‌کند که می‌توان از میان آن‌ها، ویژگی الزامات برنامه کاربردی را در طول مهندسی برنامه کاربردی انتخاب یا سازگار کرد؛

ت- تصدیق و اعتبارسنجی الزامات دامنه تضمین می‌کند که همه الزامات خط تولید مربوطه به طور کامل، صحیح، منسجم، و واضح در سرتاسر دوره عمر خط تولید، تحلیل و مشخص می‌شوند؛

ث- طرح‌های مدیریت الزامات دامنه، فرایند مهندسی الزامات دامنه را، تعریف و مدیریت می‌کند و فعالیت‌های مهندسی الزامات خط تولید را با یکدیگر و با مدیران تولید و سایر سرمایه‌داران مسئول برای مدیریت الزامات برنامه کاربردی هماهنگ می‌سازد. این طرح یک ساز و کار مدیریت تغییر رسمی برای پیشنهاد تغییرات در الزامات دامنه خط پایه و برای پشتیبانی از تحلیل تأثیر تغییرات پیشنهاد شده اعمال می‌کند. پیوندهای ردگیری باید بین الزامات دامنه و سایر اجزا (از جمله منابع الزامات، الزامات برنامه کاربردی، معماری دامنه، و اجزای آزمون دامنه) حفظ شود تا تحلیل موثر و تغییرات مناسب برای اجزایی که از تغییرات در الزامات تاثیر پذیرفته‌اند، تسهیل شوند.

۶-۱-۳ طراحی دامنه

طراحی دامنه، معماری خط تولیدی را ایجاد می‌کند که متشکل از ساختار و بافت معماری است و تحقق همه محصولات عضو را میسر می‌کند. معماری دامنه نه تنها نمایانگر تغییرپذیری بیرونی، بلکه تغییرپذیری درونی معرفی‌شده توسط راه‌حل(های) فنی انتخاب شده نیز است.

طراحی دامنه به طور گسترده‌ای به چهار بخش تقسیم می‌شود: تحلیل اشتراکی و تغییرپذیری در طراحی دامنه، طراحی معماری دامنه، ارزیابی معماری دامنه، و مدیریت معماری دامنه.

الف- تحلیل اشتراکی و تغییرپذیری در طراحی دامنه، اشتراک و تغییرپذیری در الزامات را به منظور کمک به طراحی معماری دامنه در الزامات، تحلیل کرده و مورد توجه قرار می‌دهد. اشتراک و تغییرپذیری در الزامات از طریق توجه به معماری دامنه برحسب ساختار و بافت نرم‌افزار و سامانه‌ها به دقت ایجاد می‌شوند؛

ب- طراحی معماری دامنه، طراحی سطح بالای یک خط تولید را ثبت می‌کند. این طراحی باید الزامات مشترک را برآورده کرده و از الزامات متغیر کلیدی به منظور سفارشی سازی انبوه محصولات عضو، پشتیبانی به عمل آورد. الگوی معماری که شامل اصول مشترک برای طراحی، اجرا، رمزگذاری، و آزمون تلفیق[1] است، باید و به منظور ایجاد یک رویکرد مشترک برای پرداختن به معماری دامنه، برای همه محصولات عضو تعریف و تدارک دیده شود. الگوی معماری شامل چارچوب مؤلفه‌هایی است که پیکربندی ممکن مؤلفه‌های دارای محدوده‌های اضافی را در اختیار می‌گذارد؛

پ- تصدیق و اعتبارسنجی معماری دامنه، معماری دامنه را بررسی می‌کند و تضمین می‌کند که آیا معماری دامنه از از الزامات کارکردی و غیرکارکردی دامنه پشتیبانی می‌کند یا نه. این موضوع شامل بررسی بافت معماری، از جمله چارچوب مؤلفه است و تضمین می‌کند که تشابه و تغییرپذیری در الزامات دامنه توسط معماری دامنه پوشش داده می‌شود و اینکه تغییرپذیری جدید معرفی‌شده (به طور عمده درونی و غیرقابل رؤیت از دید بازار) در طول طراحی دامنه، امکان‌پذیر است. این موضوع شامل ارزیابی معماری برای سنجش تصمیمات طراحی از نظر ویژگی‌های کیفی است؛

1- Integration testing

ت- مدیریت معماری دامنه، معماری دامنه و اجزای دامنه مربوطه را در سرتاسر چرخه حیات یک خط تولید، نگهداری و مدیریت می‌کند. وظایف اصلی برای مدیریت معماری دامنه را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد: مدیریت پیکربندی، مدیریت تغییر و مدیریت قابلیت ردگیری. مدیریت پیکربندی حائز اهمیت است، چون معماری دامنه در طول درگیری‌های مهندسی برنامه کاربردی، به چندین پیکربندی محدود شده است. این پیکربندی‌ها باید تصدیق و اعتبارسنجی شوند، چون پیکربندی‌های نادرست بعدها می‌توانند موجب بروز مشکلات یا حتی خرابی محصول شوند. وقتی مدیریت پیکربندی تنظیم می‌شود، باید نمونه تغییرپذیری را از همان ابتدا مدنظر قرار دهد در غیر اینصورت، مدیریت پیکربندی بعدها مشکل‌تر خواهد شد. در مجموع، کل مدیریت پیکربندی باید توسط یک فرایند مدیریت پیکربندی منفرد اداره شود. این فرایند در گروه فرایند مدیریت فنی، یک فرایند پشتیبانی است (به بند ۶-۴-۴ مراجعه کنید). مدیریت تغییر باید به دقت سازمان‌دهی شود، چون معماری دامنه باید گستره عمری طولانی داشته و پاسخ‌گوی تحول طولانی‌مدت بازار و فن‌آوری‌ها باشد و در عین حال تا جای ممکن در برابر تغییرات وضعیت بازار اعضای متعلق به خط تولید و نیز پیشرفت‌های فن‌آوری در سطح مؤلفه، در امان باشد. پیوندهای قابلیت ردگیری بین اجزای الزامات دامنه و معماری دامنه، بین اجزای تحقق دامنه و معماری دامنه، بین اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و معماری دامنه، و بین معماری دامنه و معماری‌های برنامه کاربردی که از آن نشأت می‌گیرند، باید در سطحی قابل‌فهم حفظ شوند تا مدیریت تغییر و مدیریت پیکربندی را امکان‌پذیر سازند.

۶-۱-۴ تحقق دامنه[1]

تحقق دامنه، با طراحی و پیاده‌سازی دقیق اجزای دامنه مشترک و متغیر سر و کار دارد. این موضوع شامل ساخت و خرید مؤلفه‌ها و پشتیبانی از زیرساخت‌ها است. تغییرپذیری طراحی شده باید با پیاده‌سازی کافی ساز و کارهای کافی تحقق یابند و مؤلفه‌های بنیادین و واسط[2] باید بر اساس معماری و بافت دامنه، تصدیق و اعتبارسنجی شوند. تحقق دامنه با پنج مسأله اصلی سر و کار دارد: تحقق واسط؛ شناسایی، ارزیابی، انتخاب و تلفیق مؤلفه‌های آماده مصرف تجاری[3] (COTS)؛ تحقق مؤلفه؛ تصدیق و تأیید اجزای تحقق دامنه؛ و مدیریت تحقق دامنه.

الف- شناسایی، ارزیابی، انتخاب و تلفیق مؤلفه‌های آماده مصرف تجاری (COTS). مؤلفه‌های COTS (از جمله مؤلفه‌های منبع باز[4]) به‌طور شگرفی می‌توانند تحقق دامنه را سرعت بخشند، هزینه‌ها را پایین بیاورند، و به طور کلی، کیفیت سکو را بهبود ببخشند. مؤلفه‌های مناسب باید شناسایی و ارزیابی شوند. در بافت مهندسی خط تولید، معیار ارزیابی مهم خاصی است که یک مؤلفهٔ COTS به خوبی الزامات شناخته‌شده تغییرپذیری را برآورده می‌کند و به آسانی تغییرپذیری جدیدی را در صورت لزوم اضافه می‌کند. اگر نتوان مؤلفه‌های مناسب COTS را یافت و/یا خرید، مؤلفه‌های جدید باید تحقق یابند. مدیریت تصمیم (به بند

1- Domain realization
2- Interface
3- Commercial off-the-shelf
4- Open source components

۶-۴-۴ مراجعه کنید) در گروه فرایند مدیریت فنی، از تصمیم‌گیری مرتبط با مؤلفه COTS پشتیبانی می‌کند؛

ب- تحقق واسط، شامل طراحی داخلی و رمزگذاری واسط‌های مربوط به مؤلفه‌های مشترک و متغیر به منظور تضمین این امر است که واسط‌ها با اطلاعات مناسب مربوط به تشابه و تغییرپذیری مواجه می‌شوند. سطح جزئیات واسط برای مؤلفه‌های ارائه داده شده و مؤلفه‌های لازم، باید مورد بررسی قرار گیرد؛

پ- تحقق مؤلفه. همان‌طور که توسط معماری مرجع توصیف داده شد، مؤلفه‌ها واحدهایی هستند که به منظور ترکیب کل محصولات عضو، مورد استفاده قرار می‌گیرند. رمزگذاری برنامه بر اساس بافت معماری مرجع و طراحی مؤلفه و واسط‌های آن انجام می‌گیرد. به علاوه، تحقق مؤلفه شامل اجزایی مانند ساز و کارهای پیکربندی است که به ایجادکنندگان برنامه‌های کاربردی کمک می‌کند تا گونه‌ها را انتخاب و مقید کنند و محصولات عضو را با مؤلفه‌ها و واسط‌های دامنه ایجاد نمایند؛

ت- تصدیق و اعتبارسنجی اجزای تحقق دامنه، خرابی‌های موجود در مؤلفه‌ها و واسط‌های یک دامنه که همه محصولات عضو وابسته به اجزای دامنه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند را شناسایی می‌کند. خرابی‌ها بهتر است از طریق تضمین کیفیت اجزای تحقق دامنه جلوگیری شوند. این نقش بررسی می‌کند که آیا مؤلفه‌ها و واسط‌های پیاده‌سازی‌شده با معماری دامنه هماهنگ است، آیا آن‌ها از بافت معماری و ساز و کارهای پیکربندی چارچوب مؤلفه تبعیت می‌کنند، و آیا سبک برنامه‌ریزی با روش‌ها یا معیارهای صنعتی کاربردی که برای خط تولید برگزیده شده‌اند مطابقت دارد. باید توجّه داشت که تصدیق و اعتبارسنجی دامنه (که در بند ۶-۱-۵ توصیف شده است) تا حدودی مسئول این نقش است. نقشی که در اینجا بحث می‌شود، به منظور تأکید بر ماهیت حیاتی آن برای تحقق خط تولید و مسئولیت متخصصین تحقق دامنه برای تصدیق و اعتبارسنجی اجزایی است که تحقق یافته‌اند؛

ث- مدیریت تحقق دامنه به طور سازمان‌یافته‌ای تغییرات را کنترل می‌کند و یکپارچگی و قابلیت ردگیری مؤلفه‌ها و واسط‌ها را در سراسر چرخه حیات خط تولید نرم‌افزار، نگهداری می‌کند. مدیریت پیکربندی به ویژه در این بخش، پیچیده و مهم است، چون نسخه‌ها و متغیرهای مؤلفه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تفاوت بین تحقق دامنه و تحقق یک تک‌سامانه در این است که مؤلفه‌های دارای قابلیت استفاده مجدد تحقق دامنه، تقریبا جفت می‌شوند و قابل پیکربندی هستند و یک چیز تصنعی قابل‌تحقق آزمون‌پذیر را تشکیل نمی‌دهند. به علاوه، تحقق دامنه شامل ساز و کارهای پیکربندی برای تحقق تغییرپذیری است.

۶-۱-۵ تصدیق و اعتبارسنجی دامنه

تصدیق و اعتبارسنجی دامنه تضمین می‌کند که اجزای دامنه صحیحی که به شیوه‌ای درست و مطابق با آن چیزی که در فرایندهای چرخه حیات دامنه قبلی مقرر شده بود، الگوبرداری، مشخص، طراحی، ساخته، تصدیق و آزمون شده‌اند. آن‌ها همچنین اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه‌ای را که می‌تواند در تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی مورد استفاده مجدد قرار گیرد را به وجود می‌آورند. تصدیق و اعتبارسنجی دامنه به صورت جزئی است، چون معمو هیچ محصول عضو قابل‌تحقق منفردی برای آزمون شدن وجود ندارد. به

علاوه، بسیاری از متغیرها معمولا از قلم می‌افتند، چون ممکن است به وجود آوردن آن‌ها تنها زمانی امکان‌پذیر باشد که یک یا چند محصول عضو واقعاً به آن‌ها نیاز داشته باشند. لذا برای آزمون اجزای دامنه مشترک و حداقل مهم‌ترین اجزای دامنه متغیّر در خلال تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و آماده کردن اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه برای استفادهٔ مجدّد در تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، راهبردهای مناسبی لازم است.

از آنجایی‌که به فعالیت‌های تصدیق و اعتبارسنجی موجود در مهندسی الزامات دامنه، طراحی دامنه و تحقق دامنه قبلاً در بندهای ۶-۱-۲ تا ۶-۱-۴ پرداخته شده است، تنها به مسائلی که در زیر می‌آید می‌پردازیم:

الف- طراحی‌ریزی آزمون دامنه، گستره، راهبرد، منابع، و برنامه فعالیت‌های تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را مستندسازی می‌کند. طراحی آزمون یک دامنه باید شامل الزامات دقیق تصدیق و اعتبارسنجی دامنه، راهبرد انتخابی تصدیق و اعتبارسنجی دامنه برای پرداختن به تغییرپذیری خط تولید، فعالیت‌های آزمون، و معیارهای تکمیل آزمون باشد. وقتی برنامه‌های کاربردی خط تولید، برای هجوم به سمت بازار آماده باشند، برنامه تصدیق و اعتبارسنجی دامنه از نقشه راه محصول برای تعیین برنامه بهره خواهد برد؛

ب- طراحی آزمون دامنه، رویه‌های آزمون دامنه، موارد آزمون، داده‌های آزمون، و محیط‌های آزمون را با توجه به تغییرپذیری درگیر در اجزای دامنه مشخص می‌کند. این موضوع از اجزای متعدد دامنه که ناشی از سایر فرایندهای مهندسی دامنه تا تصدیق و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مناسب سازه استفاده می‌کند. وظایف انتخاب و ساختن اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه در سراسر چرخه حیات مهندسی دامنه اجرا می‌شوند. بسته به نوع تغییرپذیری درگیر در هر یک اجزای دامنه، آزمودن کمابیش می‌تواند در اجزای دامنه و در اجزای برنامه کاربردی مربوط انجام گیرد. طراحی آزمون دامنه، تعیین می‌کند که چه چیزی در کجا آزمون شود و بر این اساس، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را می‌سازد؛

پ- تحقق آزمون دامنه اجزای تصدیق و اعتبارسنجی ساخته‌شده را به اهداف آزمون مانند مؤلفه‌ها، زیرسامانه‌ها (برای مثال، گروه‌هایی از مؤلفه‌ها)، و پایه‌های خط تولید تحقق یافته، مطابق با راهبرد تصدیق و اعتبارسنجی دامنه اعمال می‌کند. در طول اجرا و بعد از آن، نتایج، تصدیق و اعتبارسنجی ایجاد می‌شوند و موارد و شرح‌های آزمون اعمال‌شده، اهداف تحت آزمون، و نتایج مورد انتظار و واقعی تصدیق و اعتبارسنجی، به شیوه‌ای تکرارپذیر و قابل‌اثبات مستندسازی می‌گردند. اگر برنامه‌های کاربردی نمونه در طول تصدیق و اعتبارسنجی دامنه ایجاد شده باشند، تنها اجزای مشترک تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و اجزای متغیر تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مربوط به برنامه کاربردی نمونه اجرا می‌شود. موارد آزمون دامنه عینی معمولا تنها برای آن عناصر در دسترس است. تغییرپذیری خط تولیدی که در هیچ یک از برنامه‌های کاربردی نمونه حاضر نیست، نمی‌تواند در طول مهندسی دامنه تصدیق و اعتبارسنجی شود؛

ت- خاتمه و گزارش آزمون دامنه. بعد از اینکه تصدیق و اعتبارسنجی به اتمام رسید، نتایج تحلیل می‌شوند تا نواقص اجزای دامنه و علل ریشه‌ای آن‌ها کشف شود. سرانجام خلاصه‌ای از گزارش آزمون دامنه تهیه و ثبت می‌شود که کدام یک از اجزای دامنه مورد آزمون قرار گرفتند، کدام یک از اجزای تصدیق و

اعتبارسنجی به کار رفته‌اند، و نتایج چه چیزهایی هستند. آزمون‌هایی که تحت پوشش تحقق آزمون دامنه نیستند، تحت مسئولیت تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی هستند. موارد آزمون انجام یافته در تصدیق و اعتبارسنجی دامنه، معمولا باید در تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تکرار گردند؛

ث- مدیریت آزمون دامنه، حساب اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را مانند تاریخچه نواقص و تغییر اجزا را نگه می‌دارد.

۶-۲ چرخه حیات مهندسی برنامه کاربردی

مهندسی برنامه کاربردی اجزای برنامه کاربردی و سامانه‌های انفرادی را در بالای یک سکو ایجاد می‌کند. مهندسی برنامه کاربردی در مقایسه با مهندسی تک‌سامانه، موثر و کارآمد است چون بسته به هدف و میزان تکامل سکو، بیشتر تلاش‌ها و پیچیدگی مهندسی خط تولید به مهندسی دامنه تخصیص داده شده است، که این کار از پیچیدگی برنامه کاربردی می‌کاهد و زمان ایجاد برنامه کاربردی را کوتاه‌تر می‌کند. مهندسی برنامه کاربردی معمولا مشتری‌ها را در بر می‌گیرد و لذا نیازمند پرداختن به نیازهای فزاینده بازار است.

۶-۲-۱ مهندسی الزامات برنامه کاربردی

مهندسی الزامات برنامه کاربردی، الزامات مختص برنامه کاربردی را به وجود می‌آورد که از الزامات مشترک و متغیّری که در طول مهندسی الزامات دامنه تعریف شده است استفاده مجدد می‌کند. آن همچنین به منظور هدایت ایجاد سکو به ویژه در مراحل ابتدایی ایجاد خط تولید، نقش مهمی در ارائهٔ بینش و بازخورد به مهندسی الزامات دامنه ایفا می‌کند.

الف- استخراج الزامات برنامه کاربردی سرمایه‌داران مرتبط با محصول عضو را شناسایی می‌کند، الزامات اولیه را از سرمایه‌داران برنامه کاربردی استخراج می‌کند، نقاط متغیر و گونه‌ها را برای برقراری ارتباط با سرمایه‌داران به کار می‌برد، به سرمایه‌داران این امکان را می‌دهد گونه‌هایی را انتخاب کنند که نیازهایشان را به بهترین وجه ممکن تأمین می‌کنند و الزامات دامنه مناسب خط تولید را بر اساس این انتخاب‌ها به یکدیگر پیوند می‌دهند؛

ب- تحلیل الزامات برنامه کاربردی در ابتدا تضمین می‌کند که تمامی الزامات اولیه سرمایه‌داران برنامه کاربردی درک شده و از طریق خلاصه‌سازی[1]، الگوبرداری، نمونه‌سازی[2]، شبیه‌سازی[3] و غیره، نادرستی، موارد حذف شده، و ناسازگاری‌های آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. آن دسته از نیازهای سرمایه‌داران که نمی‌توان از طریق استفاده مجدد از الزامات دامنه برطرفشان کرد- به عبارت دیگر، شکاف بین الزامات دامنه و برنامه کاربردی- مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و بر روی آن‌ها بحث می‌شود؛

پ- مشخصات الزامات برنامه کاربردی، الزامات برنامه کاربردی مورد تحلیل قرارگرفته را با افزودن الزامات مختص برنامه کاربردی به مشخصات انتخاب شده و احتمالا سازگارشده، و همچنین به الزامات دامنه

1- Abstracting
2- Prototyping
3- Simulation

پیوندیافته، مستندسازی می‌کنند. الزامات برنامه کاربردی باید به منظور استفاده بعدی در فرایندهای چرخه حیات مهندسی برنامه کاربردی و در صورت لزوم، ادغام آن در اجزای دامنه، به‌طور ساختاریافته‌ای مستندسازی شده باشد؛

ت- تصدیق و اعتبارسنجی الزامات برنامه کاربردی اثبات می‌کند که الزامات مختص برنامه کاربردی کامل، درست، منسجم و روشن و شفاف‌اند و اینکه گونه‌های پیوندیافته، مربوط به الزامات محصول ویژه هستند. لازم به ذکر است که مسئولیت این نقش تاحدودی بر عهده فرایند تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی است. در این بخش بر ماهیت حیاتی مهندسی الزامات برنامه کاربردی و مسئولیت مهندسی الزامات برنامه کاربردی به منظور تصدیق و اعتبارسنجی مصنوعات الزامات برنامه کاربردی در همکاری با مدیریت تولید و متخصصین تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تأکید می‌شود؛

ث- مدیریت الزامات برنامه کاربردی، فرایند مهندسی الزامات برنامه کاربردی را طراحی، تعریف، مدیریت و هماهنگ می‌کند و خط پایه الزامات برنامه کاربردی را به وجود می‌آورد. آن ساز و کارهای رسمی برای ارائه الزامات برنامه کاربردی جدید، تغییرات در الزامات برنامه کاربردی دارای خط پایه و سنجش اثرات تغییرات پیشنهادشده را در اختیار سرمایه‌داران برنامه کاربردی قرار می‌دهد. پیوندهای قابلیت ردیابی باید بین الزامات برنامه کاربردی و سایر اجزا از جمله منابع الزامات برنامه کاربردی، الزامات دامنه، معماری برنامه کاربردی و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی نگهداری شوند، چون ایجاد تغییر در الزامات برنامه کاربردی می‌تواند اجزای مربوطه را تحت تأثیر قرار دهد و ایجاد تغییر در سایر اجزا، می‌تواند الزامات برنامه کاربردی را متأثر سازد.

۶-۲-۲ طراحی برنامه کاربردی

طراحی برنامه کاربردی، به منظور تأمین الزامات برنامه کاربردی، معماری یک برنامه کاربردی را از معماری مرجع استخراج می‌کند. سازگاری‌های خاص محصول باید به منظور تأمین الزامات خاص محصول انجام گیرد. معماری برنامه کاربردی باید از ساختار و الگوی معماری مرجع تبعیت کند. این فرایند، نقش‌های زیر را بر عهده دارد:

الف- متغیرهای انقیاد معماری دامنه، مسئول معماری برنامه کاربردی برای ایجاد یک خط پایه برای معماری برنامه کاربردی است. گونه‌ها برای نقاط متغیر معماری دامنه، باید با توجه به مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی و نتایج انقیاد حاصل از مهندسی الزامات برنامه کاربردی، با یکدیگر پیوند یابند. در غیر این‌صورت، معماری برنامه کاربردی ممکن است فقدان پشتیبانی لازم برای ویژگی‌ها و خصایص کیفی الزامات برنامه کاربردی‌ای باشد که مهندسان برای محصول عضو در نظر دارند؛

ب- طراحی معماری خاص برنامه کاربردی. معماری برنامه کاربردی تا حد ممکن، باید از معماری مرجع استخراج شود. در غیر این‌صورت، نمی‌توان به فواید کامل حاصل از معماری مرجع دست یافت. برای مثال، محصول عضو ممکن است بسیار متفاوت از سایر محصولات عضو باشد و اثبات شود که برای خط تولید

مناسب نیست. با این‌حال، معماران برنامه کاربردی معمولا باید اجزای طراحی برنامه کاربردی جدیدی را طراحی کنند. اجزای طراحی دامنه مناسب، از طریق پیوند نقاط متغیر با گونه‌های انتخاب‌شده معماری مرجع، در محصول عضو ادغام می‌شوند. معماری برنامه کاربردی، ترکیبی از اجزای طراحی برنامه کاربردی و معماری مرجع پیوندیافته است. لازم به ذکر است که اجزای طراحی برنامه کاربردی جدید را می‌توان بعدها در اجزای طراحی دامنه تعمیم داد؛

پ- تصدیق و اعتبارسنجی معماری برنامه کاربردی تضمین می‌کند که معماری برنامه کاربردی به‌طرز صحیحی ساخته شده است، از اصول معماری تبعیت می‌کند و الزامات برنامه کاربردی را تأمین می‌کند. آن‌ها همچنین بررسی می‌کنند که تغییرپذیری معرفی‌شده در طول طراحی برنامه کاربردی امکان‌پذیر باشد، به‌طور مناسبی در مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی مستندسازی شده باشد، و بتواند به‌طرزی درست پیوند یابد. معماری برنامه کاربردی همچنین از منظر خصیصه‌های کیفی مختص برنامه کاربردی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. تصدیق و اعتبارسنجی دامنه قبلا باید از طریق مشخصات و تحقق اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه تضمین شده باشد تا تغییرپذیری مناسب معماری دامنه بتواند به‌طور صحیحی پیوند یابد. با این‌حال، تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی نیازمند طراحی و پیاده‌سازی اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی متناظر با اجزای طراحی برنامه کاربردی است و آن‌ها را همراه با اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه اجرا می‌کند تا یکپارچگی و اعتبار معماری برنامه کاربردی را تضمین کند. لازم به ذکر است که تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تا حدودی مسئول این نقش است. عت معرّفی نقش در این بخش تأکید بر این امر است که معماران برنامه کاربردی باید مسئولیت تصدیق و اعتبارسنجی معماری برنامه کاربردی را بر عهده بگیرند و با همکاری آزمایش‌کنندگان برنامه کاربردی، مطمئن شوند که معماری برنامه کاربردی انتظارات را برآورده می‌سازد؛

ت- مدیریت معماری برنامه کاربردی معماری برنامه کاربردی و اجزای برنامه کاربردی مرتبط را در سرتاسر چرخه حیات محصول عضو مدیریت و نگهداری می‌کند. بازخوردهای معماران برنامه کاربردی در ارتباط با معماری مرجع نیز در اینجا مدیریت می‌شود. وظایف اصلی برای مدیریت معماری برنامه کاربردی را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: مدیریت پیکربندی، مدیریت تغییر، و مدیریت قابلیت ردیابی. مدیریت پیکربندی مهم است، چون محصولات عضو ممکن است تغییرپذیری فراوانی برای سفارشی‌سازی پیشنهاد دهند. لذا هر محصول عضو می‌تواند در پیکربندی‌های بی‌شماری حاضر باشد که باید تصدیق و اعتبارسنجی شوند. مدیریت تغییر با پرداختن به تغییرات موجود در شرایط بازار اعضای فردی خط تولید و پیشرفت‌های فن‌آوری در سطح مؤلفه، چرخه حیات برنامه کاربردی را پشتیبانی و بسط می‌دهد. پیوندهای قابلیت ردگیری بین اجزای الزامات برنامه کاربردی و معماری برنامه کاربردی، اجزای تحقق برنامه کاربردی و معماری برنامه کاربردی، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی و معماری برنامه کاربردی، و معماری دامنه و معماری برنامه

کاربردی باید در سطحی قابل درک حفظ شود تا مدیریت تغییر و مدیریت پیکربندی را توانمند سازد و به معماران خط تولید بازخورد دهد.

۶-۲-۳ تحقق برنامه کاربردی

تحقق برنامه کاربردی، با استفاده از الزامات و معماری برنامه کاربردی؛ استفاده مجدد و پیکربندی مؤلفه‌ها و واسط‌های دامنه؛ شناسایی، انتخاب، و تلفیق مؤلفه‌های آماده مصرف تجاری؛ و ساخت مؤلفه‌ها و واسط‌های جدید برای توانمند ساختن کارکرد مختص محصول، محصول را پیاده می‌کند. آن به نقش‌های زیر می‌پردازد:

الف- تغییرپذیری انقیاد در سطح مؤلفه. نقاط متغیر درونی مؤلفه‌های دامنه، به هم پیوسته‌اند. واسط‌های محقق‌شده در تحقق دامنه باید بدون تغییر، مجددا مورد استفاده قرار گیرند. در غیر این‌صورت، الگوی معماری دامنه احتمالا خواهد شکست و استفاده مجدد راهبردی اجزای دامنه، باز خواهد ایستاد؛

ب- شناسایی، ارزیابی، انتخاب، و تلفیق مؤلفه‌های COTS (شامل منبع باز). وقتی مؤلفه‌های دامنه برای تحقق برنامه کاربردی ناکافی یا خارج از دسترس هستند، مؤلفه‌های COTS اغلب یک گزینهٔ ممکن محسوب می‌شوند. آن‌ها می‌توانند سرعت تحقق برنامه کاربردی را بالا ببرند، هزینه‌ها را پایین بیاورند، و کیفیت محصول عضو را بهبود ببخشند. همچنین ممکن است تعمیم دادن مؤلفه‌های COTS در مقایسه با مؤلفه‌های مختص برنامه کاربردی، بعدها و در مواقع ضروری به عنوان بخشی از سکو آسان‌تر باشد. مؤلفه‌های مناسب COTS باید شناسایی و مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر موارد مناسبی یافته و/یا خریداری نشود، باید مؤلفه‌های جدید اجرا شوند؛

پ- تحقق واسط مختص برنامه کاربردی شامل طراحی داخلی و رمزگذاری واسط‌های مؤلفه‌های مختص برنامه کاربردی است. این باید تنها زمانی اجرا شود که تحقق دامنه، واسط‌های مناسبی را برای استفاده مجدد فراهم نمی‌آورد. سطح جزئیات واسط برای مؤلفه‌های فراهم‌شده و مؤلفه‌های لازم باید به‌دقت مورد بررسی قرار گیرد؛

ث- تحقق مؤلفه مختص برنامه کاربردی در زمانی که هیچ اجزای دامنه مناسب و مؤلفهٔ COTS در دسترسی برای تأمین الزامات برنامه کاربردی وجود ندارد، دقیقا در مهندسی تک‌سامانه روی می‌دهد؛

ج- اعتبارسنجی و تصدیق تحقق برنامه کاربردی، هم اجزای تحقق دامنه مرتبط با گونه‌های پیوندیافته و هم مؤلفه‌ها و واسط‌های برنامه کاربردی را بررسی می‌کند تا ببیند که (۱) آیا گونه‌های پیوندیافته و مؤلفه‌ها و واسط‌های پیاده‌سازی‌شده با معماری برنامه کاربردی سازگار هستند و از ساز و کار(های) پیکربندی و الگوی معماری تبعیت می‌کنند و (۲) آیا سبک برنامه‌ریزی مطابق با کاربست‌ها یا معیارهای صنعتی مربوط انتخاب شده برای خط تولید است یا نه. لازم به ذکر است که تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، تا حدودی مسئول این نقش است. هدف از معرفی این نقش در بخش حاضر، تأکید بر این امر است که متخصصین تحقق برنامه کاربردی باید مسئولیت تصدیق و اعتبارسنجی اجزای تحقق برنامه کاربردی را بر عهده بگیرند و در مشارکت با آزمایش‌کنندگان برنامه کاربردی کار کنند؛

چ- مدیریت تحقق برنامه کاربردی فرایند تحقق برنامه کاربردی را تعریف، برنامه‌ریزی و هماهنگ می‌کند و به‌طور سازمان‌یافته‌ای تغییرات و نگهداری‌های تلفیق و قابلیت ردگیری مؤلفه‌های برنامه کاربردی و واسط‌ها را در سرتاسر چرخه حیات برنامه کاربردی کنترل می‌کند. مدیریت پیکربندی حائز اهمیت است، چون هر محصول عضو در سرتاسر چرخه زندگی‌اش تکامل می‌یابد و تغییرپذیری را حفظ می‌کند که سرمایه‌داران مختلفی نظیر کاربران محصول عضو می‌توانند به آن بپیوندند. لذا هر یک از محصولات عضو می‌تواند در طول چرخه حیات خود، در پیکربندی‌های متعددی حضور یابد. برای نگهداری، لازم است بدانیم که نسخه‌های همه مؤلفه‌ها و واسط‌های دامنه در محصول عضو مورد استفاده قرار می‌گیرد. تحقق دامنه ممکن است نسخه‌های اجزای دامنه جدید را در اختیار محصولات عضو قرار دهند که به طور چشمگیری محصولات عضو (به ویژه آن‌هایی که چرخه‌های عمر نسبتا طولانی دارند) را از منظر فن‌آوری و/یا سایر دیدگاه‌ها بازرسی می‌نماید. پیوندهای قابلیت ردیابی باید در بین اجزای تحقق برنامه کاربردی و سایر اجزا از جمله معماری برنامه کاربردی، نمونه تغییرپذیری برنامه کاربردی، اجزای تحقق دامنه، و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی حفظ شوند.

۶-۲-۴ تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی

اعتبارسنجی و تصدیق برنامه کاربردی تضمین می‌کند که محصول عضو صحیح و اجزای برنامه کاربردی صحیحی به‌طور درستی الگوبرداری، مشخص، طراحی، ایجاد، تصدیق و اعتبارسنجی شده است. آن‌ها محصول نهایی و اجزای معماری و تحققی آن را درباره الزامات برنامه کاربردی اعتبارسنجی می‌کنند. آن‌ها از اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه استفاده می‌کنند و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی را برای تضمین کیفیت کافی برای محصول عضو به وجود می‌آورند.

با توجه به اینکه فعالیت‌های تصدیق و اعتبارسنجی موجود در سایر فرایندهای چرخه حیات مهندسی برنامه کاربردی، قبلا در بخش‌های ۶-۲-۱ تا ۶-۲-۳ مورد بحث و بررسی قرار گرفته است، این بخش تنها به نقش‌های زیر می‌پردازد:

الف- طراحی‌ریزی آزمون برنامه کاربردی، طراحی آزمون یک برنامه کاربردی، مستندسازی گستره، راهبرد آزمون، ملاک تکمیل آزمون، منابع، و برنامه فعالیت‌های تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی را تولید می‌کند. برای الزامات دامنه‌ای که به‌طور مستقیم مجددا استفاده شده‌اند، نقاط مربوط به طراحی‌های آزمون دامنه را می‌توان مورد استفاده مجدد قرار داد و در صورت لزوم، با طراحی آزمون برنامه کاربردی منطبق کرد. برای الزامات دامنه انطباق‌یافته و الزامات جدید مختص برنامه کاربردی، طراحی آزمون باید از روی اِسکرچ انجام گیرد و در طراحی آزمون برنامه کاربردی تلفیق شود؛

ب- طراحی آزمون برنامه کاربردی رویه‌های آزمون برنامه کاربردی، موارد آزمون، داده آزمون، و محیط‌های آزمون را از طریق استفاده مجدد و منطبق کردن اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مشخص می‌کند و می‌سازد. بخش‌های مشترک اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را می‌توان همان‌طور که هست مورد استفاده مجدد قرار داد. برای تصدیق و اعتبارسنجی اجزایی که شامل تغییرپذیری هستند، نقاط متغیر باید بر اساس

نمونه متغیر برنامه کاربردی و درون‌دادهای مهندسی الزامات برنامه کاربردی، طراحی برنامه کاربردی، تحقق برنامه کاربردی، و تصدیق و اعتبارسنجی دامنه به هم پیوند یابند. در مورد بخش‌های مختص برنامه کاربردی، اجزای جدیدی باید ساخته شود. تلاش لازم برای ایجاد اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، به اندازه و گستره محصول عضو و همچنین به میزانی بستگی دارد که اجزا در طول مهندسی برنامه کاربردی مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرند. اگر یک محصول عضو اغلب ویژگی‌هایش را از سکوی خط تولید استخراج کند و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مربوطه، به طور گسترده‌ای بر روی سکو مستقر شده باشد، تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تلاش نسبتا اندکی به خرج خواهد داد؛

پ- تحقق آزمون برنامه کاربردی، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی را در مورد اشیای آزمون متعددی مانند مؤلفه‌ها، زیرسامانه‌ها، و محصول عضو مطابق با راهبرد تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی اعمال می‌کند. علاوه بر تصدیق و اعتبارسنجی درستی و کامل بودن محصول عضو، متابعت محصول عضو با الگوی معماری باید سنجیده شود. انقیاد تغییرپذیری و پیکربندی اجراشده در محصول عضو، باید تصدیق و اعتبارسنجی شود. نتایج ناشی از تصدیق و اعتبارسنجی موردانتظار و واقعی، همراه با اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی اجراشده مستندسازی می‌شود؛

ت- اختتام و گزارش آزمون برنامه کاربردی. وقتی نقش‌های فوق‌الذکر تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تکمیل شد، نتایج برای کشف نواقص اجزای برنامه کاربردی و علل ریشه‌ای آن‌ها مورد تحلیل قرار می‌گیرد. سرانجام یک گزارش خلاصه از آزمون تهیه می‌شود. این گزارش ثبت می‌کند که کدام یک از اجزا تصدیق و اعتبارسنجی شده است، کدام اجزای تصدیق و اعتبارسنجی مجددا به کار رفته است، و چه نتایجی به دست آمده است. خلاصه گزارشی از آزمون دامنه، مجددا در گزارش‌دهی استفاده می‌شود؛

ث- مدیریت آزمون برنامه کاربردی حساب نواقص، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، و تاریخچه تغییر اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی را نگه می‌دارد.

۳-۶ گروه فرایند مدیریت سازمانی

فرایندهای مدیریت سازمانی برای ساماندهی سازمان خط تولید ضروری است. معرفی و نهادینه کردن راهبرد خط تولید وابسته به طراحی‌ریزی راهبردی در سطح سازمان است. آن شامل انواع مختلفی از طراحی‌ها شامل طراحی‌های اتخاذ خط تولید، طراحی‌های منابع‌یابی[1]، و طراحی‌های سرمایه‌گذاری اجزای دامنه است. یکی از مهم‌ترین مسئولیت‌ها، تصمیم برای رفتن/نرفتن در ارتباط با اتخاذ راهبرد خط تولید با تجزیه و تحلیل منافعی است که به دست می‌آید و تلاش‌ها و سرمایه‌گذاری‌هایی که لازم است. آن باید ارزش تجاری که از یک خط تولید انتظار می‌رود را تجزیه و تحلیل کند مانند کاهش هزینه، بهبود بهره‌وری، بهبود کیفیت، خطرات تجاری کاهش‌یافته، کاهش زمان تولید تا مصرف[2]، و افزایش سهم بازار. مدیریت تجارت سازمانی باید بر اساس اطلاعات قبلی، با معرفی رویکرد خط تولید، به سمت ستیابی به اهداف ارزشی کسب و کار حرکت

1- Sourcing
2- Time-to-market

کند. سپس باید بررسی کند که آیا اهداف ارزشی کسب و کار، به‌گونه‌ای قابل‌اندازه‌گیری به دست آمده‌اند یا نه؟ اگر به دست نیامده باشند، سازمان باید دست به اقدامات اصلاح‌کننده لازم بزند.

در برخی موارد، انجام این تجزیه و تحلیل در وضعیت طراحی ممکن نیست. تحقق طراحی‌ها و بهبودی‌ها بر اساس نتایج اجرا نیز لازم است. در چنین مواردی، در ابتدا تحقق یک چرخه فرایند مهندسی دامنه کوتاه و ایجاد محصول نخست در سریع‌ترین حد ممکن به منظور به دست آوردن سهم بازار و آزمون اینکه آیا ابداع یک خط تولید عاقلانه است، معمولا سودمند می‌باشد. سپس اجزای برنامه کاربردی ایجادشده (برای مثال، الزامات، طراحی‌ها و مؤلفه‌های نرم‌افزار) در یک چرخه بازخورد، تعمیم می‌یابند، به منظور فراهم آوردن تغییرپذیری کافی منطبق می‌شوند، و به سکو آورده می‌شوند تا به چرخه فرایند مهندسی دامنه دیگری منتهی شوند. این راهبرد باید در طول مدیریت کسب و کار سازمانی طراحی شود. مدیریت فرایند باید تعیین کند که فرایندهای مهندسی برنامه کاربردی و دامنه چگونه با فشار سکوی اصلاح‌شده منطبق خواهد شد.

این فرایند، نقش‌های زیر را دارد:

الف- تحلیل فرصت کسب و کار، به عنوان کمکی برای تصمیم‌گیری جهت تعیین این موارد به کار می‌رود: ۱) آیا یک رویکرد خط تولید آغاز شود و ۲) آیا یک محصول خاص به عنوان عضوی از یک خط تولید موجود را شامل شود. این کار شامل تخمین سود/زیان و تحلیل ارزش کسب و کار می‌شود. برای تحلیل فرصت کسب و کار موفق، ایجاد یک جو مشارکتی بین نمایندگان مدیران ارشد، بازاریابی، مدیر تولید، مهندسی، و مدیریت روابط مشتریان و گروه‌های کاربری از ضروریات است. به منظور اخذ تصمیم اولیه و راهنمایی تکمیل خط تولید و معرفی محصولات جدید به خط تولید به صورت مستمر، بازارها باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. تحلیل فرصت کسب و کار همچنین باید میزان سرمایه‌گذاری‌های لازم برای ایجاد و راه‌اندازی پایه اجزای دامنه، دانش مدیریت زیرساخت‌ها، و فرایندهای مهندسی و مدیریت خط تولید مناسب بر روی چرخه عمر خط تولید پیش‌بینی‌شده را تعیین کند. فرصت‌های کسب و کار زمانی به وجود می‌آید که درآمدهای حاصل از بازارها و دیگر منابع را بتوان به منظور تدارک بودجه برای سرمایه‌گذاری‌های لازم پیش‌بینی کرد؛

ب- مدیریت روابط مشتری به تبادل اطلاعات و سایر منابع بین نمایندگان منتخب سازمان خط تولید (برای مثال بازاریابی، مدیر تولید، متخصصین دامنه، هماهنگ‌کننده گروه کاربران) و یک یا چند مورد از گروه‌های علاقمند خاص مشتریان (مانند نهادهای قانونی، مالی یا فنی، دستگاه‌ها، آموزش) اشاره می‌کند که محصول تولیدشده توسط سازمان خط تولید را تحویل می‌گیرند، محصول را در سازمان مشتریان معرفی می‌کنند، و در سرتاسر چرخه حیات آن در سازمان مشتریان، از محصول پشتیبانی به عمل می‌آورند. مدیریت رابطه مشتری همچنین ملزم می‌کند که سازمان یک خط تولید، الزامات مشتری را با الزامات خط تولید هماهنگ کند و در صورت لزوم تغییرات لازم را توسط مشتریان به انجام برساند. به ویژه در موقعیت‌های کسب و کار به کسب و کار، هدف سازمان‌های خط تولید و مشتریان آن‌ها باید ایجاد و حفظ روابط بلندمدت سودبخش متقابل باشد؛

پ- ایجاد یک راهبرد منبع‌یابی[1] به منظور به وجود آوردن یک طراحی عملی برای دستیابی به اهداف و پیامدهای خاص خط تولید و از طریق اخذ قرارداد برای محصولات و خدمات عمل می‌کند. منبع‌یابی در به‌دست آوردن اجزای دامنه جدید سودمند است و محصولات جدید را در خط تولید تلفیق می‌کند. راهبرد باید شامل طراحی برای مدیریت ارائه‌کنندگان مؤلفه‌های COTS و سایر مؤلفه‌های سوم شخص قابل تحویل باشد. برای مثال، ارائه‌کنندگان کلیدی باید تعیین شوند که الزامات مطراحی‌شده توسط تغییرپذیری موردانتظار، طول عمر، و تکمیل خط تولید را برآورده می‌سازند. قرارداد با این ارائه‌کنندگان باید مطمئن باشد. اگر مؤلفه‌های منبع باز COTS ضروری قلمداد شوند، یک نقش سازمانی با یک فرایند تعریف شده و مجموعه‌ای از مسئولیت‌های مشخص باید به وجود آیند تا روابط با جوامع دارای منبع باز مدیریت شود. سرانجام اینکه ایجاد راهبرد منبع‌یابی شامل تصمیم‌گیری در این مورد است که آیا کاربران و سایر اشخاص ثالث توانایی ارائه، فروش و توزیع برنامه‌های کاربردی شخص ثالث را دارند تا بتوان آن را مستقر کرد و در برخی از محصولات عضو خط تولید یا تمامی آن‌ها مورد استفاده قرار داد. اگر تصمیم مثبت باشد، راهبرد منبع‌یابی باید شامل طراحیی برای ایجاد پشتیبانی سازمانی، رویه‌ای و فنی مناسب برای اشخاص ثالث باشد (مانند ابزارهای مهندسی برنامه کاربردی و تضمین کیفیت[2]، بازاریابی، و ساز و کارهای توزیع برخط). برای مثال، توانایی کارخانه‌های تولید تلفن هوشمند برای برخورداری از تعداد زیادی محصول عضو معمولا ارزان‌قیمت اما با کیفیت از جانب اشخاص ثالث برای خطوط تولید تلفن هوشمند خود، برای دستیابی به موفقیت خطوط تولید حیاتی است؛

ت- طراحی‌ریزی گذار[3] سازمانی، یک قابلیت سازمانی برای پر کردن و ایجاد یک خط تولید است. آن برای شروع خط تولید طراحی‌ریزی می‌کند و منابع و برنامه‌هایی مانند سازمان، افراد، و بودجه لازم برای ایجاد و مدیریت خط تولید را مشخص می‌سازد. آن همچنین اهداف موردنظر که از طریق اتخاذ یک رویکرد خط تولید قرار است به آن‌ها نائل شد را مشخص می‌کند؛

ث- طراحی‌ریزی تکمیل خط تولید سازمانی مشخص می‌کند که فرایندهای مهندسی دامنه و برنامه کاربردی، چگونه به‌طور مستمر به اهرم فشاری برای کارایی و بازده خط تولید تبدیل می‌شود؛

ج- طراحی‌ریزی مدیریت ارزش، طراحی‌های اندازه‌گیری تلفیق‌شده برای کارایی طراحی‌های گذار و طراحی‌های عملیاتی را ارائه می‌کند. ارزش‌های کسب و کارِ هدفی که در فرصت‌های کسب و کار تعریف شده‌اند و نیز اهدافی که باید به آن‌ها دست یافت، طراحی می‌شوند.

۶-۳-۲ مدیریت توانمندسازی خط تولید سازمانی

مدیریت توانمندسازی خط تولید سازمانی برای شروع و تکمیل خط تولید طراحی می‌ریزد و فرایندهای سازمانی، ساختار متصدیان و مسئولیت‌ها، و زیرساخت لازم برای ایجاد و مدیریت خط تولید را طراحی

1- Sourcing
2- Quality assurance
3- Transition

می‌کند. آموزش نقشی محوری برای اتخاذ خط تولید اولیه و نیز تکمیل بلندمدت خط تولید دارد. خطوط تولید معمولا این موارد را ایجاب می‌کنند: ۱) تغییرات بی‌شمار فنی و سازمانی در طول چرخه‌های حیات و ۲) میزان زیادی هماهنگی در درون و در طول حد و مرزهای سازمانی، کارکردی و پروژه‌ای چون بسیاری از واحدهای سازمانی و الگوهای بیرونی درگیر هستند.

این فرایند، نقش‌های زیر را به خود می‌گیرد:

الف- ساختاردهی به سازمان خط تولید شامل منشور و حد و مرزهای سازمانی؛ طراحی نقش‌های شغلی و مسئولیت‌های مرتبط با مهندسی دامنه و برنامه کاربردی و تعاملات آن‌ها، مدیریت سازمانی، و مدیریت فنی؛ تخصیص و تعیین منابع؛ نظارت بر کارایی سازمانی؛ بهبود فعالیت‌های سازمانی؛ ایجاد روابط درون- سازمانی؛ و مدیریت گذارهای سازمانی است؛

ب- آموزش و مدیریت منابع انسانی کمک می‌کند تا مطمئن شویم که واحدهای سازمانی مسئول برای ایجاد، راه‌اندازی، و تکمیل اجزای دامنه و محصولات عضو به‌طرز مناسبی آموزش دیده‌اند و کارکنان برای هر نقش کاری صلاحیت دارند. فعالیت‌های آموزشی باید با سایر فعالیت‌های درگیر در اتخاذ و تکمیل خط تولید هماهنگ شوند؛

پ- مدیریت کیفی سازمان تضمین می‌کند که سکوی خط تولید، محصولات عضو و فرایندهای مهندسی دامنه و برنامه کاربردی، اهداف کیفی سازمان را برآورد می‌کنند.

۶-۳-۳ مدیریت خط تولید سازمان

طراحی خط تولید سطح سازمان، گذار سازمانی به سمت مهندسی خط تولید را آغاز می‌کند. در طول گذار سازمانی، مدیریت خط تولید سازمانی به تدریج نقش بیشتری برای نهادینه کردن مهندسی خط تولید در سازمان بر عهده می‌گیرد. آن با تکمیل سازمان‌یافته سازمان خط تولید و خط تولید از وضعیت کنونی[1] به وضعیت مطلوب سر و کار دارد. این مدیریت، سرمایه و سایر منابع ضروری را تضمین می‌کند؛ بودجه و ساختار متصدیان و مسئولیت‌های خط تولید را نگهداری می‌کند؛ زیرساخت و فرایندهایی که مهندسی و مدیریت خط تولید را توانمند می‌سازد، مشخص و نگهداری می‌کند؛ و تضمین می‌کند که هر کسی در سازمان خط تولید، مسئولیت‌ها و ابزارهای در دسترس برای تحقق بخشیدن به این مسئولیت‌ها را می‌شناسد. این مدیریت، خط تولید را نظارت و کنترل می‌کند؛ طراحی و برنامه تولید برای سکوی هماهنگی و ایجاد ابزار در مهندسی دامنه و پیشرفت محصول در مهندسی برنامه کاربردی را بر اساس راهبرد خط تولید، تخمین‌های تلاش شغلی، بودجه، و تجزیه و تحلیل مستمر نیازهای مشتری و حیطه‌های بازار مشخص و نگهداری می‌کند؛ پیکربندی‌های تولید را مدیریت می‌کند؛ بر اقدامات منبع‌یابی نظارت می‌کند و راهبرد منبع‌یابی را به وقت ضرورت اصلاح می‌کند؛ و به منظور مستقر کردن محصولات، پشتیبانی و سایر خدمات را در اختیار مشتریان قرار می‌دهد.

این فرایند شامل نقش‌های زیر است:

1- As-is state

الف- مدیریت تکمیل خط تولید هرچند وقت یک‌بار وضعیت و روند تغییر نیازهای مشتری، رقیبان اصلی، فن‌آوری، و سایر محیط‌های بازار را مورد تحلیل قرار می‌دهد. خطوط تولید باید از طریق تکامل سکوی خط تولید و/یا هم‌تراز کردن محصولات عضو برای مقابله با این تغییرات تکامل یابند؛

ب- مدیریت مستقرسازی و نوآوری پیاده‌سازی موفقیّت‌آمیز، رویکرد خط تولید را از طریق سنجش مؤثر، بهبود و فعال‌سازی طراحی‌های خط تولید تسهیل می‌کند. پروژه‌های مقدماتی ممکن است برای ارزیابی قابلیت و آمادگی یک سازمان خط تولید، قبل از استقرار گسترده رویکرد خط تولید اجرا شود. سازمان باید این امر را تصدیق و اعتبارسنجی کند که آیا می‌تواند از طریق راهبرد خط تولید، به اهدافش دست یابد یا نه؛

پ- مدیریت عملیات معمولا چگونگی تولید و تکمیل اجزای دامنه توسط واحدهای سازمانی خاص را طراحی، اندازه‌گیری، و نظارت می‌کند، طراحی‌های تولید را تعریف و تکمیل می‌کند، و از اجزای دامنه و طراحی‌های تولید برای ایجاد محصول استفاده می‌کند. مدیریت عملیات به منظور تعیین اینکه کدام اجزا و خدماتی از جانب شخص ثالث منبع‌یابی خواهد شد، راهبرد منبع‌یابی را دنبال و اجرا می‌کند. طراحی‌های عملیاتی حاصل، از جمله اجزای دامنه پراهمیت هستند. اندازه‌های کلیدی به مدیریت عملیات و سازمان خط تولید به‌طور کلی کمک می‌کنند تا پیشرفت و محصولات قابل‌تحویل خط تولید را ردگیری کنند و در صورت نیاز، اقدامات اصلاحی لازم برای رسیدن به اهداف ارزشی کسب و کار سازمانی را انجام دهند؛

ت- مدیریت خطر سازمان، با مدیریت خطر فنی تفاوت دارد چون خطرات درون و امتداد واحدهای سازمانی، کارکردها، و محصولات متعددی را مدیریت می‌کند. بسیاری از خطرات ممکن است پیاده‌سازی سازمان مهندسی و مدیریت خط تولید را مختل کند. آن‌ها باید به‌طور کنش‌گرانه‌ای[1] مدیریت شوند، لذا به ندرت محقق می‌شوند و به‌طور مؤثری می‌توان در موارد تحقق یافتن به آن پرداخت. برای مثال، مهندسی و مدیریت خط تولید مستلزم میزان زیادی ارتباط، هماهنگی، و کنترل در طول حد و مرزهای سازمانی، عملکردی و پروژه‌ای است. نقص در این نقش، هزینه دارد؛

ث- نظارت و کنترل سطح سازمان، پیشرفت‌ها و نتایج واقعی حاصل‌شده از طریق معرفی و تکمیل رویکرد خط تولید را اندازه‌گیری می‌کند. اندازه‌های کلیدی برای سازمان خط تولید باید بر روی ارزش‌های تعریف شده کسب و کار و اهداف قابل‌اندازه‌گیری آن تمرکز کند.

۴-۶ گروه فرایند مدیریت فنی

مدیریت فنی برای ایجاد و تکمیل فرایندهای خط تولید، اجزای دامنه، و محصولات ضروری است. این گروه شامل مدیریت، مدیریت تغییرپذیری، مدیریت اجزا، و مدیریت پشتیبانی است.

۱-۴-۶ مدیریت فرایند

افراد متعلق به واحدهای سازمانی متفاوت، به منظور مهندسی و مدیریت خطوط تولید با یکدیگر کار می‌کنند. این تلاش‌ها مستلزم مشارکت بسیار زیادی است. از این‌رو، فرایندهای خط تولید برای

1- Proactively

میان‌کارکردی[1] و درون‌سازمانی[2] شدن، باید طراحی شوند. طراحی چنین فرایندهایی چالش‌انگیز است چون مهندسی برنامه کاربردی و مهندسی دامنه، انواع بسیار متفاوتی از چیزهای قابل‌تحویل را تولید می‌کند، لذا انواع مختلفی از فرایندهای پیشرفت را می‌طلبد. برای مثال، محصولات عضو باید نیازهای بازار را تأمین کنند، زمان تولید تا مصرف باید کوتاه باشد، و چرخه‌های حیات برنامه کاربردی باید کوتاه باشند. اجزای دامنه‌ای که معمولا چرخه‌های حیاتی طولانی دارند معمولا نیازهای محصولات عضو متنوّعی را تأمین می‌کنند و باید الزامات کیفی سختی را برآورده سازند.

راهبرد توصیف شده در بخش ۶-۳-۱ تأکید بسیاری بر مهندسی برنامه کاربردی و آزمون محصول، ابتدا در بازار می‌کند و به تدریج بر تأکیدش بر مهندسی دامنه در زمانی که موفقیت محصولات اولیه اثبات می‌شود می‌افزاید. این کار اغلب موفقیت‌آمیز است چون ۱) نیاز به وجود دو شیوه موازی در ابتدای ایجاد خط تولید از طریق استفاده از مهندسی تک‌سامانه اولیه را کاهش می‌دهد و ۲) گذار به سمت مهندسی خط تولید در سریع‌ترین زمان ممکن با پیشرفت بازار و در محدوده امکان سازمان خط تولید انجام می‌شود.

نقش‌های زیر در مورد مدیریت فرایند، برای ایجاد و مدیریت قابلیت‌های سازمانی یک خط تولید برای پیاده‌سازی مناسب فرایندهای خط تولید ضروری است.

الف- اِعمال فرایندهای توانمندساز فرایندی برای خطوط تولید به ایجاد و مدیریت آمادگی زیرساخت فرایند کمک می‌کند. آن شرایطی فراهم می‌کند که رهبری فرایند و منابع را برای تعریف، سنجش، و بهبود فرایندهای خط تولید تضمین می‌کند؛

ب- تعریف فرایند مهندسی دامنه مجموعه‌ای از فرایندهای معیار سازمانی و رهنمودهای سازگاری را برای مدیریت مهندسی خط تولید ایجاد و نگهداری می‌کند. آن فرایندهایی را تعریف می‌کند که همه شرکت‌کنندگان یک خط تولید باید دنبال کنند. آن همچنین فرایندها و شیوه‌های پیشرفتی را پایه‌گذاری می‌کند که مهندسین دامنه باید در سرتاسر چرخه حیات مهندسی دامنه مورد استفاده قرار دهند. از آنجایی‌که واحدهای سازمانی باید با یکدیگر مشارکت کنند، فرایندهای استاندارد سازمانی یک سازمان خط تولید در سطوح متعدد تعریف می‌شوند و میان‌کارکردی هستند؛

پ- تعریف فرایند مهندسی برنامه کاربردی، فرایندی را ایجاد و نگهداری می‌کند که با پیشرفت محصولات عضو سازگار است. آن در خدمت تعریف فرایندهای خاص محصول عضو برای ایجاد محصولات عضو تحت الگوی خط تولید است. آن همچنین شامل تعاریفی برای فرایندهای استاندارد مهندسی برنامه کاربردی، ایجاد شیوه‌ها، و ابزارهایی است که باید در مورد کل محصولات عضو اِعمال شوند. مهندسی برنامه کاربردی باید فرایندهای مهندسی مشترک برنامه کاربردی که در اینجا تعریف شده‌اند را استفاده و/یا سازگار کند. لازم به ذکر است که تعریف فرایند مهندسی دامنه ممکن است محدودیت‌های خاصی را تحمیل کند که فرایندهای مهندسی برنامه کاربردی همواره باید آن را دنبال کنند.

1- Cross-functional

2- Inter-organizational

ت- تعریف و برنامه کاربردی سامانه‌های فرایندها و اطلاعات مدیریت رابطه برای مشارکت با ارائه‌کنندگان بیرونی و جوامع منبع‌باز، با پیاده‌سازی راهبرد منبع‌یابی سر و کار دارد (به بند ۶-۳-۱ مراجعه کنید). آن فرایندهای مدیریت رابطه، فرایندهای پشتیبانی فنی و سازمانی، و نهادهای سازمانی مسئول برای فرایندها را به منظور مشغول شدن با سرمایه‌داران بیرونی مانند ارائه‌کنندگان مؤلفه COTS و جوامع منبع‌باز نهادینه می‌کند؛

ث- اِعمال نظارت بر فرایند و کنترل برای خطوط تولید، از نظارت عملکرد فرایندهای مهندسی دامنه/برنامه کاربردی و کنترل اقدامات اصلاحی برای ترمیم مغایرت بین عملکردهای طراحی‌ریزی‌شده و کنونی پشتیبانی می‌کند. به منظور نظارت بر عملکرد فرایندها، اندازه‌ها و معیارهایی باید انتخاب شوند که امکان کنترل بر فرایندهای مطابق با نتایج اندازه‌گیری را فراهم می‌آورند؛

ج- اِعمال بهبود فرایند برای خطوط *تولید* از مدیریت سنجش و بهبود فرایند سازمانی بر اساس نتایج اندازه‌گیری پشتیبانی به عمل می‌آورد. سنجش و بهبود فرایند سازمانی باید در تبدیل وضعیت کنونی به وضعیت مطلوب فرایندهای سازمانی به‌طور نظام‌مند عمل کند.

۶-۴-۲ مدیریت تغییرپذیری

تغییرپذیری خط تولید مشخص می‌کند که محصولات عضو چگونه از یکدیگر متمایز می‌شوند. مدیریت تغییرپذیری مستلزم مستندسازی آشکار تغییرپذیری از طریق الگوسازی تغییرپذیری دامنه و برنامه کاربردی است. الگوسازی تغییرپذیری، مستندسازی، و تکمیل در سرتاسر چرخه‌های حیات مهندسی دامنه و برنامه کاربردی توسط نقش‌های مدیریتی تغییرپذیری زیر پشتیبانی می‌شوند:

الف- مدیریت نمونه تغییرپذیری، از ایجاد نمونه‌های تغییرپذیری پیچیده پشتیبانی می‌کند که از اطلاعات مرتبط با تغییرپذیری حاصل از مهندسی دامنه و برنامه کاربردی استفاده می‌کند. آن از نمونه‌برداری تغییرپذیری پشتیبانی می‌کند که نشانه‌گذاری منسجمی را به کار می‌برد. دو نوع نمونه تغییرپذیری وجود دارد: مدل‌های دامنه تغییرپذیری و مدل‌های تغییرپذیری برنامه کاربردی. مهندسی دامنه معمولا اغلب اطلاعات تغییرپذیری لازم برای ساختن مدل تغییرپذیری دامنه را فراهم می‌کند. مدل در سرتاسر چرخه حیات مهندسی دامنه، اصلاح و مدیریت می‌شود. با این‌حال، مهندسی برنامه کاربردی اطلاعات تغییرپذیری را نیز در اختیار می‌گذارد چون هر یک از محصولات عضو ممکن است تعداد زیادی تغییرپذیری پیشنهاد دهند. این اطلاعات در یک مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی مستندسازی می‌شود. این مدل نیز در سرتاسر چرخه حیات مهندسی برنامه کاربردی اصلاح می‌شود. سطوح جزئیات اطلاعات تغییرپذیری بسته به فرایند (برای مثال، مهندسی الزامات برنامه کاربردی) که اطلاعات در آنجا تولید می‌شود متفاوت است.

ب- مدیریت انقیاد تغییرپذیری از بهره‌برداری منسجم تغییرپذیری در طول مهندسی برنامه کاربردی که استفاده مجدد کنش‌گرایانه[1] و صحیح از اجزای دامنه را تسهیل می‌کند پشتیبانی می‌کند. آن اطلاعاتی را که

1- Proactive

مهندسین دامنه و برنامه کاربردی و همچنین ابزارهای خودکار نیاز دارند تا تغییرپذیری را به طرزی مناسب حل و فصل کنند نگهداری می‌کند؛ تغییرپذیری ایجادشده در طول مهندسی دامنه و برنامه کاربردی را برطرف می‌کند؛ و راه‌حل‌های تغییرپذیری را مستندسازی می‌کند، لذا ممکن است بعدها مشاهده کنیم که تغییرپذیری چگونه رفع و رجوع شده است (برای مثال، کدام گونه‌ها برای یک محصول عضو ویژه انتخاب شده است). انقیاد تغییرپذیری، به نگهداری محصولات عضو کمک می‌کند چون به دقت ثبت می‌کند که کدام تغییرپذیری و چگونه به یک محصول عضو پیوند یافته است؛

ت- مدیریت مستندسازی تغییرپذیری از سرمایه‌داران پشتیبانی می‌کند تا مدل‌های تغییرپذیری را با جزئیات و توضیحاتش[1] ثبت کنند. آن به سرمایه‌داران کمک می‌کند تا درک کرده و/یا تغییرپذیری را در طول مهندسی خط تولید پیوند دهند. توضیحات ممکن است برای ایجاد تغییرپذیری خاصی توجیهاتی فراهم آورند، در حالی‌که برخی دیگر از تغییرپذیری‌ها را از اجزای دامنه حذف کنند، و از استفاده مجدد اجزای دامنه در طی محصولات عضو یک خط تولید پشتیبانی به عمل آورند. توضیحات برای مدل تغییرپذیری دامنه باید به اخذ تصمیمات انقیاد کمک کند. انتظار می‌رود که توضیحات برای مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی، منطق نتایج انقیاد را فراهم آورد و دوباره بر نقاط متغیر، گونه‌ها، وابستگی‌ها و محدودیت‌های محصول عضو ویژه را بیفزاید؛

ث- ردگیری تغییرپذیری به ایجاد و نگهداری پیوندهای قابل ردگیری بین عناصر مدل‌های تغییرپذیری و اجزای دامنه و برنامه کاربردی مربوطه کمک می‌کند. باید یک تجزیه و تحلیل اقتصادی از سودها و زیان‌های حاصل از پیوندهای قابلیت ردگیری برای تعیین سطح مناسب جزئیات مدیریت قابلیت ردگیری انجام گیرد. داشتن قابلیت ردگیری خیلی زیاد یا خیلی کم هزینه دارد.

ج- کنترل و تکمیل تغییرپذیری، نسخه‌های متفاوت مدل‌های تغییرپذیری و پیوندهای قابل ردیابی ذخیره شده در پایه اجزا را مدیریت می‌کند. آن همچنین با درخواست‌های تغییر مربوط به مدل‌های تغییرپذیری سر و کار دارد، لذا تغییرپذیری خط تولید می‌تواند به عنوان یک منبع سازمانی راهبردی مدیریت شود.

۳-۴-۶ مدیریت اجزا

مدیریت اجزا مسئول ذخیره‌سازی، استخراج، و مدیریت اجزای دامنه و اجزای برنامه کاربردی است که به ترتیب از مهندسی دامنه سکو و مهندسی برنامه کاربردی محصولات فردی حاصل می‌شود. مدیریت اجزا در الگوی خط تولید پیچیده‌تر از مهندسی تک‌سامانه است، چون مهندسی خط تولید مستلزم مدیریت فراگیر اجزای دامنه، اجزای برنامه کاربردی، و روابط بین آن‌ها است. مدیریت اجزای سکو و سایر اجزا، شامل ویژگی‌های اجزای برنامه کاربردی (برای تعمیم ممکن اجزای برنامه کاربردی به اجزای دامنه)، توضیحات لازم برای استفاده مجدد از اجزای دامنه (برای مثال پیوندها، فرایندها، و توضیحات آن‌ها که به اجزای دامنه می‌چسبند و چگونگی استفاده از اجزا را تجویز می‌کنند)، تغییر درخواست و بازخورد، پیوندهای قابلیت

1- Annotation

ردگیری، و نسخه‌های اجزای دامنه و برنامه کاربردی بعد از اینکه خط پایه آن‌ها مشخص شد. پایه اجزا یک مخزن مشترک برای اجزای دامنه و برنامه کاربردی و برای پیوندهای قابلیت یادگیری بین اجزا، بین رهاسازی و اجزای سکو، و بین اجزا و محصولات عضو است. اجزای دامنه همراه با معماری دامنه و طراحی مدیریت پیکربندی، سکوی خط تولید را تشکیل می‌دهد و در پایه اجزا ذخیره می‌شود. اجزای برنامه کاربردی همچنین در پایه اجزا ذخیره می‌شوند، چون برخی از آن‌ها می‌توانند عمومی شوند و سپس به عنوان اجزای دامنه مجددا به کار بروند. پایه اجزا از ایجاد، ذخیره‌سازی، بازیابی، به‌روز کردن، نسخه‌برداری، و حذف اجزای دامنه و برنامه کاربردی و پیوندهای قابلیت ردیابی پشتیبانی می‌کند. آن توسط مدیریت اجزا ایجاد و مدیریت می‌شود.

این فرایند نقش‌های زیر را دارد:

الف- شناسایی اجزا، داوطلبان اجزای دامنه ایجاد شده برای مثال مهندسی برنامه کاربردی یا پروژه‌های برنامه کاربردی باقی‌مانده را شناسایی و ارزیابی می‌کند (مانند ویژگی‌ها، مدل‌ها، مشخصات، و موارد آزمون). آن بهترین داوطلب برای عمومی شدن و مورد استفاده مجدد قرار گرفتن به منظور مستقر کردن پایه اجزا را برمی‌گزینند. لازم به ذکر است که مهندسی دامنه تنها اجزای دامنه را به وجود می‌آورد و همه آن‌ها را در پایه اجزا ذخیره می‌کند؛

ب- پیاده‌سازی پایه اجزا، پایه اجزا را می‌سازد. پایه اجزا باید اجزا را پیکربندی کند تا آن‌ها را برای کاوش، بازیابی، و مدیریت آماده سازد. آن باید شامل توضیحاتی باشد که اطلاعات لازمی که برای تلفیق و ساماندهی اجزا برای استفاده مجدد نظام‌مند به کار خواهد رفت را فراهم آورد؛

پ- تصدیق اجزا تضمین می‌کند که اجزای دامنه و برنامه کاربردی نمایانگر ساختار اجزای تعریف‌شده است و می‌تواند به سهولت کاوش، بازیابی و مدیریت شود؛

ت- تکمیل اجزا درخواست‌های تغییر، قابلیت ردیابی، و نسخه‌برداری از اجزا را بعد ایجاد خط پایه مدیریت و کنترل می‌کند.

۴-۴-۶ مدیریت پشتیبانی

مدیریت پشتیبانی با نقش‌های زیر که ممکن است سایر فرایندها را پشتیبانی کنند سر و کار دارد و ممکن است قابلیت‌هایی که می‌توانند برای موفقیت و کیفیت سایر فرایندها عمل کنند را فراهم آورد. نقش‌های این فرایند شامل مدیریت کیفی فنی، مدیریت پیکربندی، مدیریت تصمیم‌گیری، مدیریت خطر فنی، و مدیریت ابزار است.

الف- مدیریت کیفی فنی تضمین می‌کند که محصولات و فرایندهای کاری پیاده‌سازی‌شده در مهندسی دامنه و مهندسی برنامه کاربردی، از تبصره‌ها و طراحی‌های از پیش تعریف‌شده تبعیت خواهند کرد. ویژگی‌های کارکردی و کیفی که قرار است از طریق مهندسی خط تولید به آن‌ها دست یافت، به وسیله طراحی‌های مدیریت کیفی فنی (برای مثال تضمین کیفیت) سنجیده می‌شوند؛

ب- مهندسی پیکربندی نسخه‌ها را کنترل می‌کند و هر یک از اجزای برنامه کاربردی و دامنه را رها می‌سازد. مدیریت پیکربندی در مهندسی خط تولید پیچیده‌تر از مهندسی تک‌سامانه است، چون باید به تغییرپذیری سکوی خط تولید و محصولات عضو بپردازد؛

پ- مدیریت تصمیم‌گیری به انتخاب سودمندترین گزینه(ها) در بین گزینه‌های تصمیم فنی یا کسب و کار کمک می‌کند. نقاط قوت و ضعف که توسط هر یک از گزینه‌ها نمایان می‌شود، باید در طول تصمیم‌گیری برای انتخاب بهترین گزینه(ها) مورد توجه قرار گیرد. این نقش در خدمت همه تصمیمات خطوط تولید از جمله مهندسی دامنه، مهندسی برنامه کاربردی، مدیریت سازمان، و مدیریت فنی است؛

ت- مدیریت خطر فنی به مسائل مربوط به خطرات فنی می‌پردازد که ممکن است پیشرفت ارزش‌های کسب و کار مورد نظر و سایر اهداف خط تولید را به مخاطره بیندازد. احتمال دارد که خطرات شدید فنی (مانند فقدان دانش دامنه، الزامات دامنه نامعین یا ناپایدار، فقدان داده‌های تاریخی برای برآورد تلاش و ...) بدون مدیریت خطر فنی ناکافی به وقوع بپیوندد، لذا سازمان‌های خط تولید باید به منظور مقابله با این خطرات، طراحی‌های تعدیل‌کننده و/یا غیرمترقبه‌ای تدارک ببینند؛

ث- مدیریت ابزار برای خودکار یا نیمه‌خودکار کردن مهندسی دامنه و فرایندهای چرخه حیات مهندسی برنامه کاربردی و ایجاد، پیکربندی، ردیابی، تصدیق، اعتبارسنجی، نگهداری، و تکمیل اجزای دامنه و برنامه کاربردی لازم است.

پیوست الف
(الزامی)
اطلاعات بیشتر درباره محصولات

هدف از این استاندارد، کاربردپذیری برای مهندسی سامانه‌ها و مهندسی نرم‌افزار است. با این حال، باید خاطرنشان ساخت که مهندسی سامانه‌ها محصولاتی تولید می‌کند که با طراحی معماری سر و کار دارد و جزئیات مربوط به پیاده‌سازی را در برنمی‌گیرد که مسئولیت رشته‌های فنی مربوطه نظیر مکانیک، الکترونیک، شیمی، و اُپتیک را بر عهده دارد. مهندسی نرم‌افزار یکی از این رشته‌های پیاده‌سازی است که برنامه‌های رایانه‌ای را ایجاد می‌کند. به دلیل ماهیت غیرمادی مهندسی نرم‌افزار، این رشته می‌تواند مفاهیم مشابهی برای مهندسی و مدیریت خط تولید نرم‌افزار به کار ببرد. پرداختن به سایر رشته‌های فنی از محدوده این استاندارد خارج است.

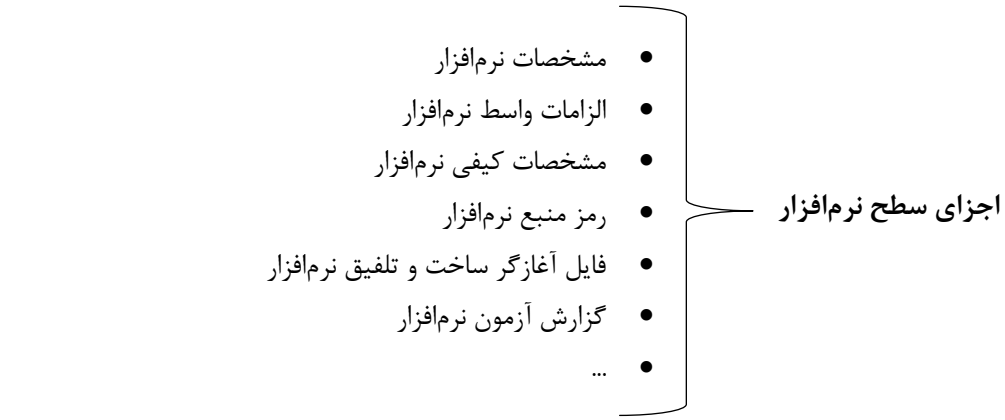
مثال‌هایی از سطوح و انواع اجزای مدیریت‌شده توسط این استاندارد در زیر ارائه می‌شود:

اجزای سطح سامانه

- نیازها و الزامات فعالیت و سرمایه‌دار
- موارد استفاده
- توصیفات محیطی
- توصیفات بافت
- داده‌های معماری
- مجزاسازی و تخصیص رفتاری
- توجیهات طراحی
- شبیه‌سازی‌های سطح سامانه

اجزای سطح مؤلفه

- زیرسامانه‌ها
- ماژول‌های نرم‌افزار
- بخش‌های مکانیکی
- مؤلفه‌های الکترونیکی
- محافظ
- رشته‌های مرتبط با انسان
- مواد شیمیایی
- ...



اجزای توصیف‌شده به صورت مورب، خارج از محدوده این استاندارد هستند.

پیوست ب

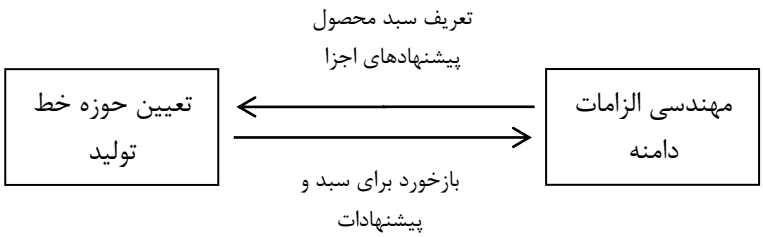
(الزامی)

روابط درون و بین مهندسی دامنه و مهندسی برنامه کاربردی

این پیوست روابط متقابل بین فرایندهای مهندسی دامنه و مهندسی برنامه کاربردی تعریف‌شده در مدل مرجع برای مهندسی و مدیریت خط تولید را توضیح می‌دهد (شکل ۱).

ب-۱ روابط متقابل بین تعیین حوزه خط تولید و مهندسی الزامات دامنه

نتایج اصلی تعیین حوزه خط تولید، تعیین حوزه نقشه‌های راه محصول و پیشنهادهای اجزا است. نقشه راه محصول، محصولاتی را توصیف می‌کند که در درون یک خط تولید و اجزای اصلی آن (مانند ویژگی‌های مشترک و متغیر سطح‌بالایی که به طور مستقیم مهندسی الزامات برنامه کاربردی و دامنه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند) به همراه هزینه‌های حساب‌شده و سودهای برآوردشده وجود دارند. نقشه راه محصول ممکن است نامه‌ای را برای تحویل محصولات عضو خاص به مشتریان یا برای آوردن آن‌ها به بازار، تعیین کند. این برنامه نتیجه استدلال راهبردی و تخمین تلاش انجام شده، به‌طور مشترک توسط خط تولید و/یا مدیران محصول است. هر یک از پیشنهادات اجزا شامل فهرستی از اجزای موجود است که می‌توان برای استخراج الزامات دامنه و سایر اجزای دامنه به‌کار برد.



ویژگی‌های محصولات خط تولید در مهندسی الزامات دامنه تعریف شده‌اند. این ویژگی‌ها به طور عمده با تغییرپذیری بیرونی سر و کار دارند. آن‌ها درباره پیشنهاداتی برای محصولات یا ویژگی‌های اضافی و/یا تغییریافته و همچنین اصلاحات ویژگی، بر اساس تحلیل‌های محصولات موجود، نیازهای سرمایه‌داران، قوانین، محدودیت‌ها، و دیگر منابع الزامی، با تعیین حوزه خط تولید تبادل‌نظر می‌کنند. تحلیل‌ها ممکن است شامل تعامل چشمگیر با مشتریان و ارائه‌کنندگان باشد. فرایندهای قرینه[1] باید ایجاد شوند.

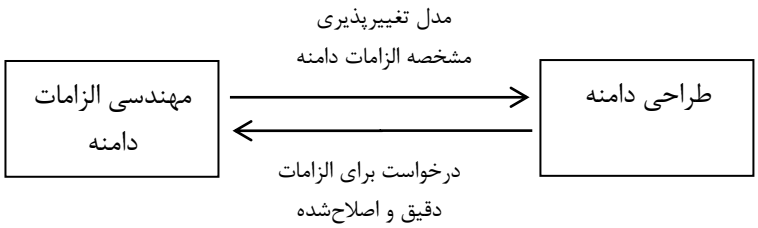
در طول چرخه حیات خط تولید، تعیین حوزه خط تولید باید به تغییرات ایجادشده در نیازهای مشتریان، فن‌آوری‌های در دسترس، پیشنهادهای رقبا، و شرایط سایر بازارها پاسخ دهد. این تغییرات منطبق با نقشه‌های راه محصول و پیشنهادهای اجزا، مانند معرفی ویژگی‌های جدید یا حذف محصولات عضو قدیمی از سبد محصول را ضروری می‌سازند.

1- Corresponding

ب-۲ روابط متقابل بین مهندسی الزامات دامنه و طراحی دامنه

مهندسی الزامات دامنه باید مشخصه ویژگی‌های سطح‌بالای خط تولید که توسط تعیین حوزه خط تولید ارائه می‌شود را به منظور شرح دقیق الزامات مشترک و متغیر دنبال کند که برای هدایت طراحی، تحقق، و تصدیق و اعتبارسنجی دامنه کافی هستند.

مهندسی الزامات دامنه، تمامی الزامات دامنه تعریف‌شده و تعریف تغییرپذیری خط تولید در مدل تغییرپذیری را در اختیار طراحی دامنه قرار می‌دهد. سپس طراحان دامنه می‌توانند راه‌حل‌های فنی موجود در معماری دامنه را مشخص کنند. تغییرپذیری درونی نشأت‌گرفته از طراحی دامنه، به مدل تغییرپذیری که توسط مهندسی الزامات دامنه به وجود می‌آید اضافه می‌شود. مدل تغییرپذیری به‌دست‌آمده، تغییرپذیری معماری دامنه را تعریف می‌کند.

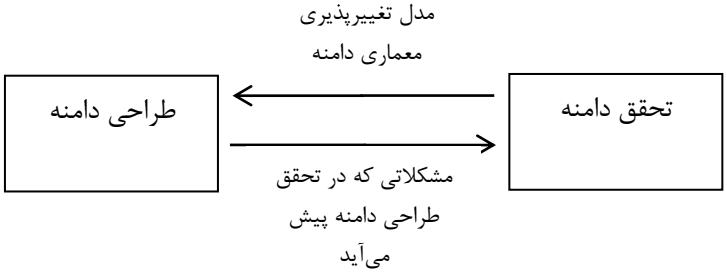


طراحی دامنه، برحسب نیازهایی برای الزامات جدید، اصلاح‌شده یا دقیق‌تر، بازخوردهایی برای مهندسی الزامات دامنه در اختیار می‌گذارد.

ب-۳ روابط متقابل بین طراحی دامنه و تحقق دامنه

طراحی دامنه، تحقق دامنه را در اختیار معماری دامنه قرار می‌دهد. معماری دامنه، اساس ساختار تمامی محصولات عضو و بافت را برای ایجاد مؤلفه‌ها و واسط‌های قابل استفاده مجدد شکل می‌دهد.

گزارش‌های مربوط به مشکل و سایر مسائلی که در طول تحقق دامنه پیش می‌آیند، به عنوان بازخوردی برای تحقق دامنه با هدف بهبود فراهم می‌آیند.

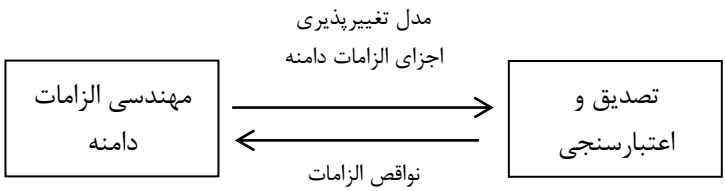


ب-۴ روابط متقابل بین مهندسی الزامات دامنه و تصدیق و اعتبارسنجی دامنه

مهندسی الزامات دامنه، تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را به همراه اجزای الزامات دامنه، مشخص کردن الزامات مشترک و متغیر دامنه، و مدل تغییرپذیری فراهم می‌آورد. تصدیق و اعتبارسنجی دامنه، آزمون‌های سامانه و ملاک‌های پذیرشی را برای آزمون‌های پذیرش و بررسی این امر فراهم آورده که آیا الزامات دامنه مشخص‌شده قابل‌آزمون هستند.

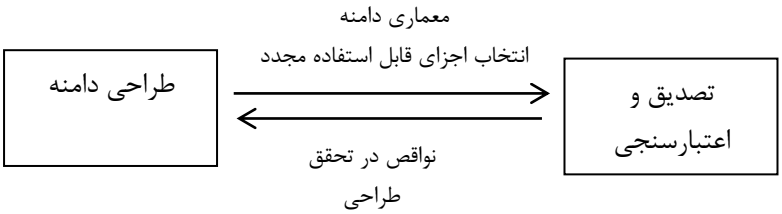
سکوها حاوی مجموعه مؤلفه‌های جفت‌شده ناپایدار اما ناکامل محصولات عضو هستند. تصدیق و اعتبارسنجی دامنه معمولا می‌تواند آزمون‌های سامانه را تنها بر روی زیرسامانه‌هایی انجام دهد که الزامات مشترک را تحقق می‌بخشند و تحت تأثیر تغییرپذیری خط تولید نیستند. به منظور یافتن مواردی که شامل تغییرپذیری نباشد، پیکربندی گونه‌ها لازم است. با این‌حال، در مواردی که تعداد نقاط متغیر با تعداد نسبتا اندک متغیرهای شناخته‌شده محدود شده است، آزمون پشت سر هم هر یک از گونه‌ها ممکن است. برای مثال، برای نقطه متغیری که سه گونه دارد، سه نوع آزمون طراحی می‌شود. تعداد بالای تحقق آزمون‌ها به منظور آزمودن ترکیبات گونه‌های برگزیده در نقاط متغیر متفاوت لازم است، اما این کار ممکن است تنها در برخی موارد معقول و عملی باشد.

برای مثال نواقصی که از تعاریف الزامات دامنه ناقص یا مبهم ناشی می‌شود و در طول آزمون سامانه دامنه آشکار می‌شود، به مهندسی الزامات دامنه گزارش می‌شود، به طوری‌که نواقص در اجزای الزامات دامنه می‌توانند اصلاح شوند.



ب-۵ روابط متقابل بین طراحی دامنه و تصدیق و اعتبارسنجی دامنه

طراحی دامنه، معماری دامنه و انتخاب اجزای قابل استفاده مجددی که تحقق آن در سکو تلفیق شده است را در اختیار تصدیق و اعتبارسنجی دامنه قرار می‌دهد. اجزای تصدیق و اعتبارسنجی تلفیق، به منظور تعاملات مؤلفه‌ای مشترک، و آن مؤلفه‌هایی که حاوی تعاملات متغیر معدود با مؤلفه‌های اجراشده مبتنی بر معماری دامنه هستند ایجاد می‌شوند. اجزای تصدیق و اعتبارسنجی تلفیق، همچنین باید حداقل برای بیشترین تعاملات مشترک مؤلفه‌های متغیر به وجود بیایند. اجزای تصدیق و اعتبارسنجی سپس باید تغییرپذیری را تدارک ببینند که تغییرپذیری مؤلفه‌ها و تعاملات مؤلفه را با هم منطبق می‌کند.

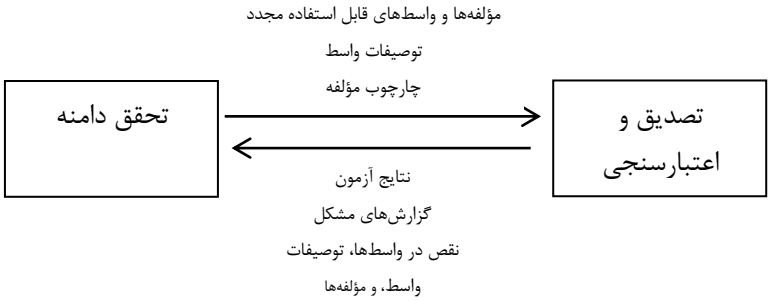


آزمون تلفیق، نواقصی همچون اجزای طراحی دامنه ناقص و مبهم را می‌یابد که مانع تعریف اجزای تصدیق و اعتبارسنجی می‌شوند. نواقصی که ریشه در طراحی دامنه دارند، به طراحی دامنه گزارش داده می‌شوند.

ب-۶ روابط متقابل بین تحقق دامنه و تصدیق و اعتبارسنجی دامنه

تحقق دامنه، مؤلفه‌ها و واسط‌های قابل استفاده مجدد و همچنین توصیفات واسط را برای آزمون واحد، در اختیار تصدیق و اعتبارسنجی دامنه قرار می‌دهد. آزمون تلفیق در مورد مؤلفه‌هایی انجام می‌گیرد که پیکربندی مشخص‌شده در معماری دامنه را با استفاده از مشخصه آزمون تلفیق، که در طرّاحی دامنه ایجاد شده است را شکل می‌دهند. آزمون‌های دامنه تنها می‌توانند در مورد مؤلفه‌هایی به کار روند که به تحقق یافته‌اند.

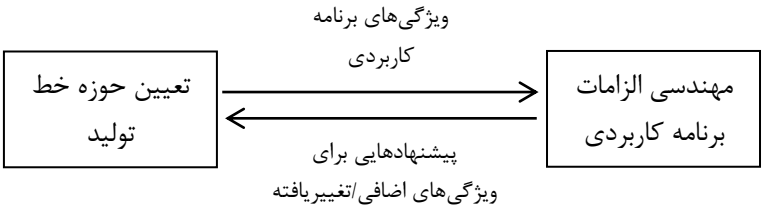
تصدیق و اعتبارسنجی دامنه، نتایج تصدیق و اعتبارسنجی را در اختیار تحقق دامنه قرار می‌دهد و تعیین می‌کند که آیا اشیا تحت تصدیق و اعتبارسنجی، آزمون را گذرانده‌اند یا در آن ناموفق بوده‌اند، گزارش‌های مربوط به مشکل متناظر توصیف می‌کند که اشیا در چه شرایطی تحت تصدیق و اعتبارسنجی ناموفق شده‌اند، و توصیفات مربوط به نواقص را ارائه می‌دهد.



ب-۷ روابط متقابل بین تعیین حوزه خط تولید و مهندسی الزامات برنامه کاربردی

تعیین حوزه خط تولید مشخص می‌کند که کدام یک از محصولات عضو باید در مهندسی الزامات برنامه کاربردی استخراج شوند. این کار با فرمان دادن به اینکه کدام محصول عضو باید از ویژگی‌های مشترک و متغیّر برخوردار باشد انجام می‌گیرد. مهندسی الزامات برنامه کاربردی، ویژگی‌های تعیین شده را توسط تعیین حوزه خط تولید را اصلاح می‌کند.

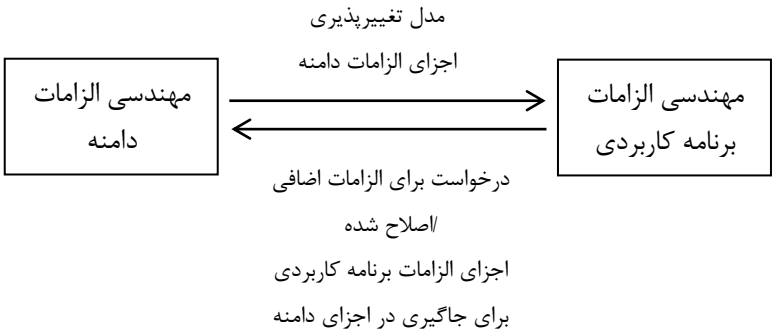
مهندسی الزامات برنامه کاربردی از منظر پیشنهاداتی برای ویژگی‌های اضافی یا تغییریافته که حاصل بینش‌های جدید هستند، بازخوردهایی را در اختیار تعیین حوزه خط تولید قرار می‌دهد.



ب-۸ روابط متقابل بین مهندسی الزامات دامنه و مهندسی الزامات برنامه کاربردی

مهندسی الزامات دامنه، مهندسی الزامات برنامه کاربردی را با اجزای الزامات مشترک و متغیر از پیش تعیین‌شده و همچنین مدل تغییرپذیری را در اختیار مهندسی الزامات برنامه کاربردی می‌گذارد. مدل تغییرپذیری از ارتباط تغییرپذیری خط تولید و استفاده مجدد از اجزای الزامات دامنه پشتیبانی می‌کند.

مهندسی الزامات برنامه کاربردی ممکن است الزامات اضافی و تغییریافته و نیز اجزای الزامات برنامه کاربردی را پیشنهاد کند که مهندسی الزامات دامنه ممکن است تصمیم به ترکیب آن در اجزای دامنه بگیرد. در نتیجه، اجزای دامنه ممکن است تغییر یابند و نرم‌افزار خط تولید ممکن است با گذشت زمان تکمیل شود. مدیران تولید و سایر سرمایه‌داران مسئول تکمیل خط تولید تصمیم خواهند گرفت که آیا ورودی حاصل از مهندسی برنامه کاربردی، اجزای دامنه را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد یا خیر.

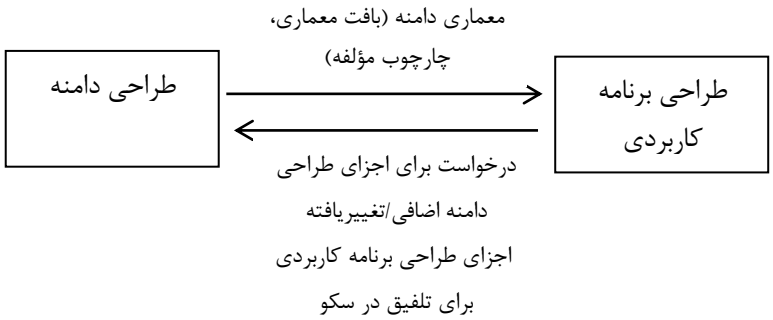


ب-۹ روابط متقابل بین طراحی دامنه و طراحی برنامه کاربردی

طراحی دامنه، معماری دامنه را برای طراحی برنامه کاربردی تدارک می‌بینند که معماری دامنه را مختص یک محصول عضو واحد می‌کند. طراحی برنامه کاربردی باید از قوانین تعریف‌شده در بافت معماری تبعیت کند.

طراحی برنامه کاربردی درخواست‌هایی برای اجزای طراحی اضافی و تغییریافته را در اختیار طراحی دامنه قرار می‌دهد. وقتی معمار برنامه کاربردی پی می‌برد که ساختار معماری برای یک محصول عضو ویژه ناکافی

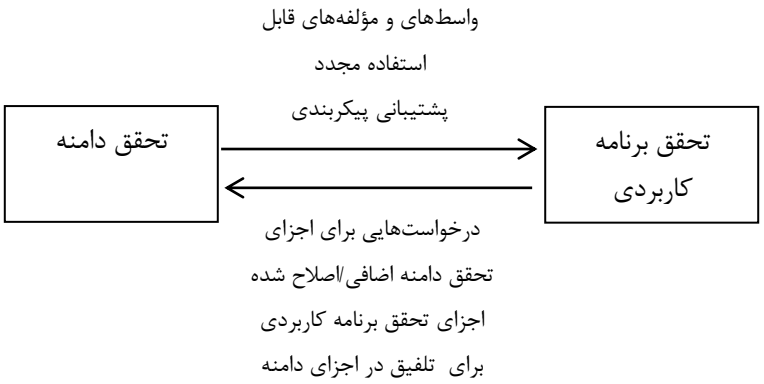
است، طراحی برنامه کاربردی ممکن است اجزای طراحی را به منظور تلفیق شدن در سکو در اختیار طراحی دامنه قرار دهد. چنین اجزایی، بخش‌های جدید گسترش یافته معماری برنامه کاربردی هستند که مورد علاقه خط تولید می‌باشند. تلفیق آن‌ها در معماری دامنه، در تکمیل خط تولید نقش دارد.



ب- ۱۰ روابط متقابل بین تحقق دامنه و تحقق برنامه کاربردی

تحقق دامنه، مؤلفه‌های قابل استفاده مجدد و واسطهایی را در اختیار تحقق برنامه کاربردی قرار می‌دهد که طراحی، پیاده‌سازی، تصدیق و اعتبارسنجی شده‌اند. این موضوع همچنین پشتیبانی پیکربندی را برای مونتاژ کردن محصولات عضو خاص (برای مثال توسط یک ابزار مدیریت پیکربندی تهیه می‌شود) در اختیار تحقق برنامه کاربردی قرار می‌دهد.

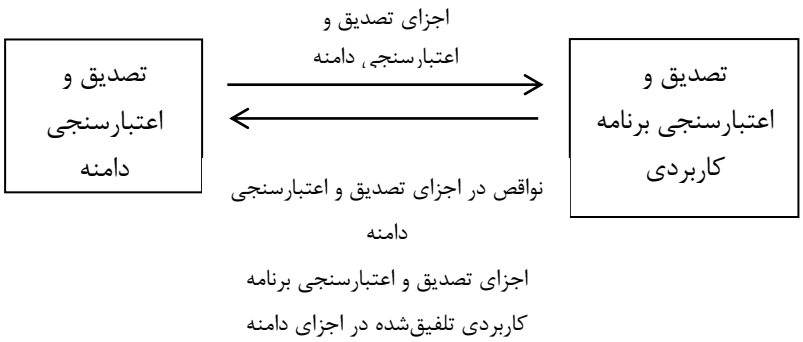
تحقق برنامه کاربردی درخواست‌هایی را برای اجزای تحقق دامنه اضافی و اصلاح‌شده را در اختیار تحقق دامنه قرار می‌دهد. این موضوع شامل عاملیت یا کیفیت است که باید توسط اجزای دامنه فراهم شود، اما به اندازه کافی یا اصلا اجرا نمی‌شود. تحقق برنامه کاربردی مؤلفه‌ها و واسطهای مختص برنامه کاربردی را در اختیار تحقق دامنه قرار می‌دهد که در کل برای تحقق خط تولید سودمند به نظر می‌رسد. تحقق دامنه، تعیین می‌کند که آیا این اجزای برنامه کاربردی را در خط تولید تلفیق کند یا خیر.



ب- ۱۱ روابط متقابل بین تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی

تصدیق و اعتبارسنجی دامنه، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی قابل استفاده مجدد نظیر موارد آزمون را در اختیار تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی قرار می‌دهد. تمام اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه شامل آن‌هایی که قبلا در تصدیق و اعتبارسنجی دامنه به‌کار رفته‌اند، به تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تحویل داده می‌شوند. همچون سایر اجزای دامنه، اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی ممکن است شامل تغییرپذیری باشد. تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی تغییرپذیری را به کسب اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برای محصول عضو خاص پیوند می‌زند. بخش‌های تحت‌تأثیر متغیرهای پیوندیافته مطابق با نتایج تحلیل‌های اثر مورد آزمون مجدد قرار می‌گیرد، حتی اگر آن‌ها قبلا در طول تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مورد آزمون قرار گرفته باشند.

تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، وجود نواقص در اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه و نیز اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی را در اختیار تصدیق و اعتبارسنجی دامنه قرار می‌دهد که باید در اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه تلفیق شوند. اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی برای مثال به منظور آزمودن ویژگی‌های مختص برنامه کاربردی ایجاد می‌شوند. اگر اجزای برنامه کاربردی در اجزای دامنه تلفیق شوند، اجزای آزمون مربوط، طراحی و اجرا نیز باید تلفیق شوند.

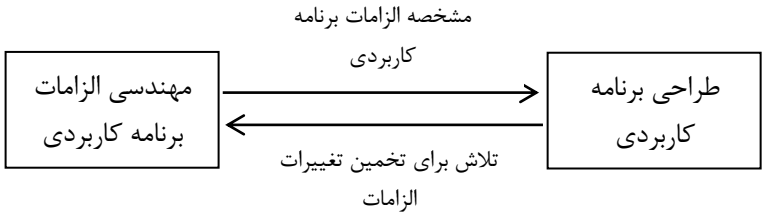


ب- ۱۲ روابط متقابل بین مهندسی الزامات برنامه کاربردی و طراحی برنامه کاربردی

مهندسی الزامات برنامه کاربردی، مشخصه الزامات برنامه کاربردی را در اختیار طراحی برنامه کاربردی قرار می‌دهد، از جمله مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی که از انقیاد تغییرپذیری مناسب استخراج می‌شود. این تغییرپذیری توسط مدل تغییرپذیری دامنه و تلفیق ویژگی‌های متغیر جدید تعریف می‌شود که محصول عضو را از سایر محصولات عضو موجود در بازار متمایز می‌کند و سفارشی‌سازی محصول عضو را با نیازهای بازار، اجزای الزامات برنامه کاربردی که برخی از آن‌ها ممکن است مورد استفاده مجدد قرار گیرند یا با اجزای

الزامات دامنه منطبق شوند، و تغییرات[1] الزامات ممکن می‌سازد. تغییرات الزامات توسط تحلیل و مقایسه الزامات برنامه کاربردی تعیین می‌شود. این الزامات از طرف مشتری یا مدیر تولید در رابطه با اجزای الزامات دامنه مطراحی می‌شود. طراحی برنامه کاربردی معماری برنامه کاربردی را بر اساس مشخصه الزامات برنامه کاربردی و معماری دامنه تهیه‌شده توسط طراحی دامنه استخراج می‌کند.

مهندسی الزامات برنامه کاربردی معمولا شامل تصمیمات معاوضه[2] دربارهٔ الزامات مطراحی‌شده توسط مشتری‌ها است. تلاش جهت تحقق الزامات، به میزان استفاده مجددی بستگی دارد که می‌توان انجام داد. تغییرات الزامات، نظیر الزامات عملکرد که فشرده‌تر از آن چیزی هستند که از جانب مهندسین خط تولید پیش‌بینی می‌شود، ممکن است شامل اصلاحات چشمگیر معماری دامنه و مؤلفه‌های قابل استفاده مجدد باشند. اصلاحات هزینه‌های ایجاد برنامه کاربردی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند و تصمیم‌گیری در مورد این امر ضروری است که آیا هزینه‌های بالاتر و/یا برنامه‌های طولانی‌مدت را بپذیرند یا از الزامات پرهزینه چشم‌پوشی کنند.

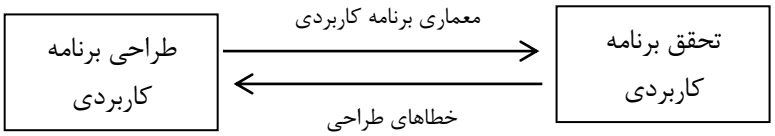


ب- ۱۳ روابط متقابل بین طراحی برنامه کاربردی و تحقق برنامه کاربردی

تحقق برنامه کاربردی محصول عضو را بر اساس معماری برنامه کاربردی و اجزای تحقق دامنه ایجاد می‌کند. معماری برنامه کاربردی ساختار محصول عضوی که ایجاد می‌شود و همچنین اصول چگونگی ایجاد آن را که در بافت موجود است، تعیین می‌کند. معماری برنامه کاربردی همچنین پیکربندی مؤلفه‌ها و واسط‌های دامنه مجددا استفاده‌شده‌ای را تعیین می‌کند که بخشی از محصول عضو و همچنین روابط متقابل آن‌ها با مؤلفه‌ها و واسط‌های برنامه کاربردی هستند.

تحقق برنامه کاربردی، خطاهای طراحی را که در طول تحقق آن پیش می‌آیند و باید توسط معمارها برطرف شود را در اختیار طراحی برنامه کاربردی قرار می‌دهد. این خطاها شامل مؤلفه‌ها و واسط‌هایی برنامع کاربردی هستند که غیرقابل استفاده بودن آن‌ها به اثبات رسیده و پیکربندی‌هایی که به طور مناسبی کار نمی‌کنند.

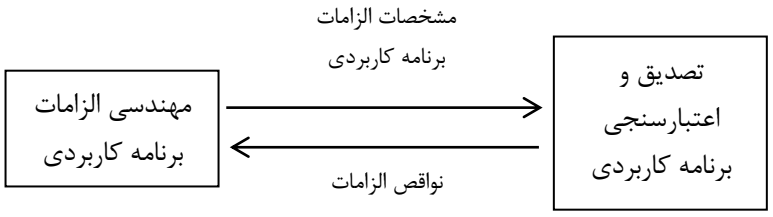
1- Delta
2- Trade-off



ب- ۱۴ روابط متقابل بین مهندسی الزامات برنامه کاربردی و تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی

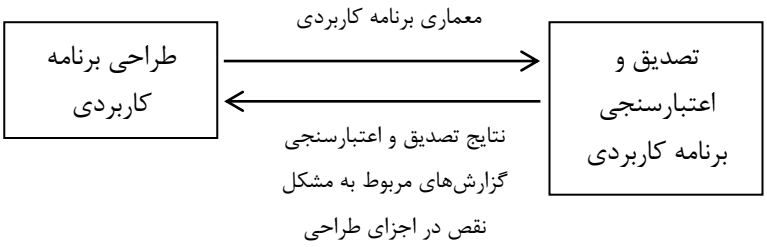
آزمون سامانه برنامه کاربردی محصولات عضو را در برابر مشخصات الزامات برنامه کاربردی می‌سنجد. آزمون‌های سامانه باید تضمین کنند که محصولات عضو تمام الزامات برنامه کاربردی را محقق می‌سازند. وقتی متغیرها برای محصول عضو انتخاب شدند و مطابق با انقیادهای تغییرپذیری در مدل تغییرپذیری برنامه کاربردی پیوند یافتند، تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، نقاط متغیر مربوط در اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه را متصل خواهد کرد و اجزای تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی جدیدی را به وجود خواهد آورد، چون برای اعتبارسنجی الزامات برنامه کاربردی لازم است.

تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، نواقص الزامات را مانند الزامات ناقص یا مبهم و همچنین وجود خطا ها را در پیکربندی گونه‌های مهندسی الزامات برنامه کاربردی را گزارش می‌کند.



ب- ۱۵ روابط متقابل بین طراحی برنامه کاربردی و تصدیق و اعتبارسنجی آن

معماری برنامه کاربردی که توسط طراحی برنامه کاربردی ایجاد شده است، آزمون تلفیق برنامه کاربردی را استخراج می‌کند. مؤلفه‌های تشکیل‌دهنده محصول عضو را می‌توان به دو بخش مؤلفه‌های دامنه و مؤلفه‌های برنامه کاربردی تقسیم کرد، از جمله مؤلفه‌های دامنه اصلاح‌شده و مؤلفه‌های مختص برنامه کاربردی جدید. حتی اگر مؤلفه‌های دامنه آزمون شده باشند، باید با استفاده از اجزای تصدیق و اعتبارسنجی دامنه مناسب مورد آزمون مجدد قرار گیرند، چون ترکیب ممکن است نواقص و اثرات جانبی غیرمترقبه‌ای را به وجود آورد. در طول آزمون تلفیق برنامه کاربردی، طراحی برنامه کاربردی اعتبارسنجی می‌شود. مهندسین آزمون باید اطمینان حاصل کنند که تغییرپذیری در طراحی به‌طور مناسب متصل شده است و طراحی برنامه کاربردی قابل‌آزمون است. هر وقت مهندسین آزمون نتوانند به‌طور کامل موارد تلفیق آزمون یا داده‌های لازم برای تحقق آزمون‌ها را تعیین کنند، یک نقص یا ابهام کشف می‌شود. هر نوع نقص در اجزای طراحی برنامه کاربردی، به طراحی برنامه کاربردی گزارش می‌شود.



ب- ۱۶ روابط متقابل بین تحقق برنامه کاربردی و تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی

تحقق برنامه کاربردی، یک محصول عضو قابل اجرا و مؤلفه‌ها و میاجی‌های برنامه کاربردی مرتبط و طراحی شده، پیاده‌سازی‌شده و آماده برای آزمودن واحد را در اختیار تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی قرار می‌دهد.

تصدیق و اعتبارسنجی برنامه کاربردی، نتایج تصدیق و اعتبارسنجی، گزارش‌های مربوط به مشکل، و نواقص واسط‌ها و مؤلفه‌های برنامه کاربردی را برای تحقق برنامه کاربردی فراهم می‌کند.